امالی برقی دباؤ ایک تغیر پذیر مقدار ہے۔ یہ لوڈ کے ساتھ بدلتا رہتا ہے۔ جب موٹر پر لوڈ ڈالا جاتا ہے تو اس کی رفتار کم ہو جاتی ہے اس لیے اس کے موصل ایک سیکنڈ میں کم خطوط کو قطع کرتے ہیں اور اس طرح امالی برقی دباؤ 'E_b' کم ہوتا ہے۔ چونکہ ٹرمینل وولٹیج تبدیل نہیں ہوتا اور مینز کے وولٹیج کے برابر رہتا ہے۔ اس لیے جب امالی برقی دباؤ 'E_b' کم ہو جاتا ہے تو برقی دباؤ کا ضیاع 'V' جو کہ '$I_a \times R_a$' کے برابر ہے زیادہ ہو جائے گا۔ آرمیچر وائینڈنگ کے تار کی مزاحمت 'R_a' قائم مقدار ہے۔ نتیجتاً صرف آرمیچر کرنٹ 'I_a' ہی زیادہ ہو سکتی ہے۔ جب موٹر حرکت نہ کر رہی ہو تو امالی برقی دباؤ 'E_b' صفر ہو گا۔ اس صورت میں ٹرمینل وولٹیج، برقی دباؤ کے ضیاع کے برابر ہو گا۔ تب

$$V = I_a \times R_a$$

مساوات کو 'I_a' کے لحاظ سے لکھنے سے

$$I_a = \frac{V}{R_a}$$

اس کا یہ مطلب ہے کہ اس حالت میں برقی رَو صرف آرمیچر کی انتہائی کم مزاحمت کی وجہ سے ہی ہو گی۔ پس اگر موٹر رک جائے اور اس کے ٹرمینل پر برقی دباؤ موجود رہے تو آرمیچر کرنٹ بہت زیادہ بڑھ جائے گی اور آرمیچر وائینڈنگ جل جائے گی۔ اسی طرح جب موٹر کو چلایا جاتا ہے تو جب تک موٹر اپنی پوری رفتار پر نہیں پہنچتی امالی برقی دباؤ کی قیمت کم رہتی ہے۔ اس لیے موٹر کو چلاتے وقت آرمیچر کے سیریز میں ایک مزاحمت لگانی پڑتی ہے جو کہ ابتدائی برقی رَو کو اس کی زیادہ سے زیادہ مباح مقدار تک محدود رکھ سکے۔

ابتدائی برقی رَو کی زیادہ سے زیادہ مقدار -(Maximum starting current) VDE 0650 کے پیرا 25 کے مطابق ابتدائی برقی رَو کی زیادہ سے زیادہ مقدار موٹر کی نامی برقی رَو کا 1.5 گنا مقرر کی گئی ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ جب موٹر پوری رفتار سے چل رہی ہو تو آرمیچر کی ابتدائی برقی رَو:

$$I_{start} = 1.5 \times I_{rated}$$

برقی رَو کی یہ مقدار حاصل کرنے کے لیے مجموعی مزاحمت 'R_{total}' آرمیچر کے سیریز میں موجود ہونا چاہیے۔ یہ مجموعی مزاحمت، ٹرمینل وولٹیج معلوم ہونے کی صورت میں کلیۂ اوم کی مدد سے معلوم کی جا سکتی ہے۔

$$R_{total} = \frac{V}{I_a}$$

مجموعی مزاحمت 'R_{total}' آرمیچر کی مزاحمت اور سٹارٹر کی مزاحمت کے ہم سلسلہ جوڑ سے حاصل ہوتی ہے۔

$$R_{total} = R_a + R_{start}$$

اس طرح سٹارٹر کی مزاحمت

$$R_{start} = R_{total} - R_a$$

سٹارٹر کی مزاحمت کو آہستہ آہستہ مختلف مرحلوں میں سرکٹ میں سے نکالتے رہتے ہیں تاکہ موٹر کو تیز ہونے کا وقت مل سکے اور اس میں پورا امالی برقی دباؤ 'E_b' پیدا ہو سکے۔

مثال: ایک 2 ہارس پاور کی ڈی سی موٹر کو 440 وولٹ پر لگانا ہے۔ موٹر کی استعداد 0.77 ہے۔ آرمیچر کی مزاحمت 0.1 اوم ہے۔ سٹارٹر کی مزاحمت کتنی ہونی چاہیے؟

معلوم : پٹی پر مہیا کردہ طاقت کو موٹر کی طاقت کے طور پر ظاہر کیا جاتا ہے۔

$P_{out} = 2\ hp$ $\quad V = 440\ V$

$\eta = 0.77$ $\quad R_a = 0.1\ \Omega$

مثال : (جاری) مطلوب : $R_{start} = ?$

حل : 1۔ موٹر کی پاور کو کلو واٹ میں تبدیل کریں۔

$$2\ hp = 2 \times 0.746 = 1.492\ kW \approx 1.5\ kW$$

2۔ اب موٹر کو مہیا کی گئی طاقت معلوم کریں۔

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{1.5}{0.77} = 1.95\ kW$$

3۔ نامی برقی رو معلوم کریں۔

$$I = \frac{P}{V} = \frac{1950}{440} = 4.43\ A \qquad [\because P = V \times I]$$

4۔ زیادہ سے زیادہ ابتدائی برقی رو

$$I_a = 1.5 \times I_{rated}$$

$$= 1.5 \times 4.43 = 6.65\ A$$

5۔ مجموعی مزاحمت

$$R_{total} = \frac{V}{I_a} = \frac{440}{6.65} = 66.1\ \Omega$$

6۔ سٹارٹر کی مزاحمت

$$R_{start} = R_{tota} - R_a = 66.1 - 0.1 = 66\ \Omega$$

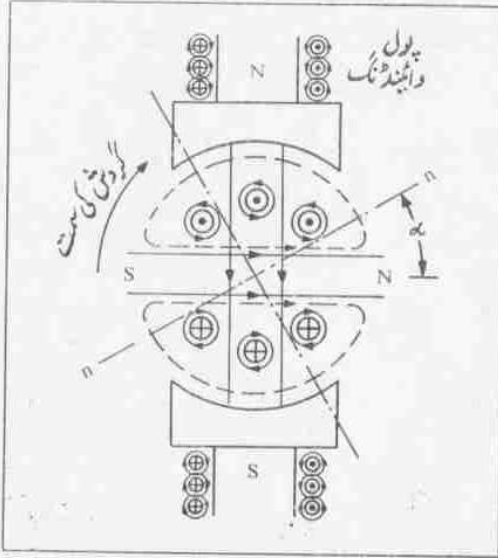
جواب : سٹارٹر کی مزاحمت 66 اوم ہونی چاہیے۔

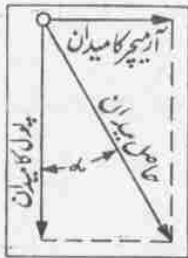
565 آرمیچر کا ردِ عمل اور کاموٹیٹنگ پول (Armature reaction and commutating poles)

تجربہ۔

تجربہ E565/I موٹر کی ساخت کو ظاہر کرتا ہے۔ سٹارٹر کی مزاحمت کرنٹ کنٹرول کرنے کے لیے استعمال ہوتی ہے۔ برش (brushes) 'A' اور 'B' کی مدد سے آرمیچر کو برقی رو مہیا کی جاتی ہے۔ 'E' سے 'F' تک کی وائینڈنگ مقناطیسی میدان پیدا کرتی ہے۔ اگر صرف فیلڈ وائینڈنگ 'E' سے 'F' کو برقی دباؤ پر لگایا جائے تو ایک مقناطیسی میدان پیدا ہو جاتا ہے جس کی سمت مقناطیسی سوئی سے معلوم کی جا سکتی ہے۔ اگر صرف آرمیچر 'A' سے 'B' کو برقی دباؤ پر لگایا جائے تو مقناطیسی سوئی کی مدد سے معلوم ہوگا کہ آرمیچر میں بھی مقناطیسی میدان پیدا ہوتا ہے جو فیلڈ وائینڈنگ سے پیدا شدہ میدان کے عموداً ہوتا ہے۔

E 565/I ڈائریکٹ کرنٹ موٹر اور آرمیچر کا ردِ عمل

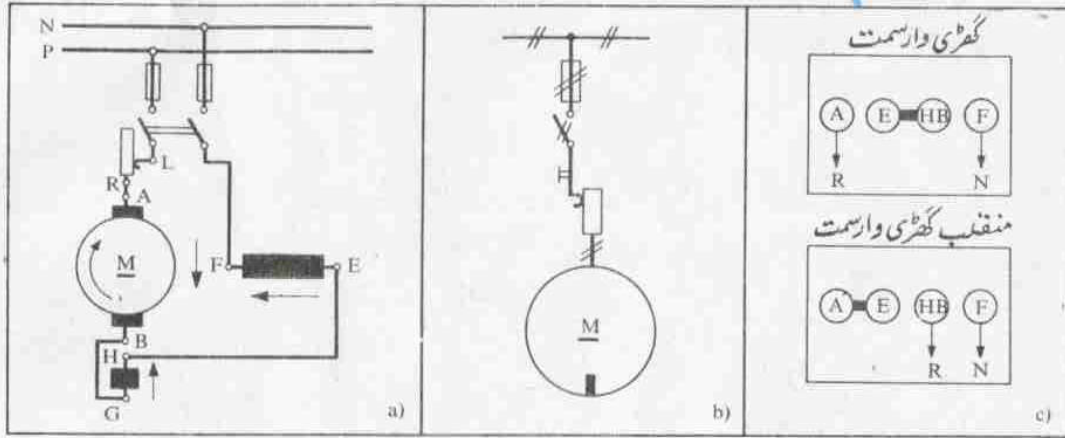
مقناطیسی میدان کا خاکہ (Representation of the field) ۔ شکل نمبر I 565/I ظاہر کرتی ہے کہ فیلڈ وائینڈنگ کی وجہ سے پول کا مقناطیسی میدان پیدا ہوتا ہے۔ مقناطیسی کوائل کے موصل میں سے گزرنے والی برقی رَو کی سمت سے پول کے مقناطیسی میدان کی سمت معلوم کی جاسکتی ہے۔ اس کی سمت اوپر سے نیچے کی طرف ہے۔ آرمیچر کا مقناطیسی میدان برقی رَو کے حامل آرمیچر کے موصلوں کے دائرہ دار میدانوں سے بنتا ہے اور اس صورت میں اس کی سمت بائیں سے دائیں طرف ہے۔

I 565/I آرمیچر کا ردِعمل

پول کے میدان کی سمت اور مقدار کو میدان کی مقدار کے متناسب لمبائی والے تیر سے ظاہر کیا جاسکتا ہے (شکل نمبر I 565/I)۔ اسی طرح آرمیچر کے میدان کو بھی متناسب لمبائی والے تیر سے ظاہر کرسکتے ہیں۔ تیر کی سمت میدان کی سمت کو اور تیر کی لمبائی میدان کی قوت کی مقدار کو ظاہر کرے گی۔ مقناطیسی میدان کی قوت ظاہر کرنے کے لیے ایک مناسب سکیل منتخب کرنی پڑے گی (مثلاً 100 مائیکرو ویبر فی سنٹی میٹر)۔ اگر تیروں کے آخری سروں سے متوازی لائنیں کھینچی جائیں تو ایک متوازی الاضلاع بن جاتی ہے جس کا وتر حاصل میدان کی سمت اور مقدار کو ظاہر کرتا ہے۔

I 565/II حاصل میدان

حاصل میدان پول کے اصل میدان کے ساتھ زاویہ 'α' بناتا ہے اور حاصل میدان، پول کے اصل میدان سے موٹر کی گردش کی سمت کی طرف ہٹا ہوا ہوتا ہے۔ اس طرح مقناطیسی میدان کے تعدیلی منطقہ کی سمت میں بھی اسی زاویہ کا انحراف آجائے گا۔ اب برش اپنی پہلے والی حالت میں برقی رَو کی سمت کو تعدیلی منطقہ میں نہیں بدل سکتے۔ اس طرح برشوں پر زبردست چنگاریاں پیدا ہوتی ہیں۔ اس سے بچنے کے لیے برشوں کی جگہ بدلنی چاہیے۔ برشوں کا انحراف بھی زاویہ 'α' کے برابر ہونا چاہیے۔ اس طرح برشوں کی نئی حالت n سے n ہوگی۔

آرمیچر کا ردِعمل (Armature reaction) ۔ آرمیچر کرنٹ بڑھنے سے آرمیچر کے میدان کی قوت میں اضافہ ہوجاتا ہے۔ آرمیچر کرنٹ کی مقدار موٹر کی رفتار پر منحصر ہوتی ہے۔ اگر موٹر کی رفتار زیادہ ہو تو امالی رجعی برقی دباؤ (inductive back voltage) زیادہ ہوگا اور برقی رَو کم ہوگی۔ اگر زیادہ لوڈ کی وجہ سے رفتار کم ہوجائے تو آرمیچر کرنٹ بڑھ جائے گی۔ اس طرح آرمیچر کرنٹ لوڈ پر منحصر ہوتی ہے اور اس کے ساتھ بدلتی رہتی ہے۔ اسی وجہ سے آرمیچر کا میدان بھی لوڈ پر منحصر ہوتا ہے اور حاصل میدان کی سمت لوڈ کے بڑھنے یا گھٹنے سے بدلتی رہتی ہے۔ یہ عمل آرمیچر کا ردِعمل کہلاتا ہے۔

کاموٹیٹنگ پول (The commutating poles) - آرمیچر کے ردِعمل کی وجہ سے تعدیلی منطقہ مسلسل بدلتا رہتا ہے۔ اس طرح برشوں کی جگہ بھی مسلسل بدلتے رہنا چاہیے یہ ایک ایسا عمل ہے جو کہ عملی طور پر ممکن نہیں۔ آرمیچر کے ردِعمل کو بے اثر کیا جاسکتا ہے آرمیچر کے مقناطیسی میدان کے خلاف عمل کرنے والا ایک اضافی مقناطیسی میدان مہیا کیا جاتا ہے۔ اضافی مقناطیسی میدان کی قوت لوڈ کے ساتھ ساتھ یعنی آرمیچر کرنٹ کے ساتھ ساتھ بدلتی رہتی ہے۔ یہ میدان اضافی مقناطیسی پول کی مدد سے حاصل ہوتا ہے جس کی وائنڈنگ، آرمیچر کے سیریز میں لگائی جاتی ہے۔ اضافی مقناطیسی پول کو کاموٹیٹنگ پول کہتے ہیں۔

566 ڈی سی موٹروں کی اقسام (Types of D C motors)

I 5661/I a–c سیریز موٹر کا کنکشن (a) مکمل (b) تصویری خاکہ (c) ٹرمینل بورڈ

5661 سیریز موٹر (The series-wound motor) - سیریز موٹر میں آرمیچر وائنڈنگ 'AB' کو فیلڈ وائنڈنگ 'EF' کے ساتھ سیریز میں لگایا جاتا ہے۔ کاموٹیٹنگ پول کی وائنڈنگ 'GH' موٹر میں اس طرح جوڑی جاتی ہے کہ اس کا مقناطیسی میدان، آرمیچر کے مقناطیسی میدان کی مخالف سمت میں ہوتا ہے۔

چونکہ یہ آرمیچر کے سیریز میں لگی ہوتی ہے اور اس میں سے لوڈ کے دوران بھی برقی رَو کی وہی مقدار گزرتی ہے جو کہ آرمیچر میں سے گزر رہی ہو اس لیے کاموٹیٹنگ وائنڈنگ سے پیدا شدہ مقناطیسی میدان کی قوت آرمیچر کے مقناطیسی میدان کی قوت کے برابر ہوتی ہے۔ لیکن اس کی سمت مخالف ہوتی ہے۔ صرف ٹرمینل 'H' کو ٹرمینل بورڈ پر لایا گیا ہے اور اس کو ٹرمینل بورڈ پر 'HB' سے ظاہر کیا گیا ہے۔

گردش کی سمت اور برقی رَو کی سمت (Direction of rotation and direction of current)

اگر برقی رَو کی سمت شکل میں لکھے گئے حروف کی ترتیب کے مطابق ہو تو موٹر گھڑی وار سمت میں گردش کرے گی۔ اگر موٹر کی گردش کی سمت کو اُلٹ یعنی منقلب گھڑی وار کرنا ہو تو آرمیچر یا مقناطیس کی وائنڈنگ (فیلڈ وائنڈنگ) میں برقی رَو کی سمت بدلنی پڑے گی اور اس طرح برقی رَو کی سمت ظاہر کرنے والے تیروں کا رُخ فیلڈ وائنڈنگ یا آرمیچر پر تبدیل کرنا پڑے گا۔ موٹر کی گردش کی سمت کا تعین ہمیشہ پُلی کے لحاظ سے کیا جاتا ہے اُوپر دکھائی گئی شکل میں آرمیچر کے کنکشن تبدیل کیے گئے ہیں۔ چونکہ ٹرمینل بورڈ پر صرف ٹرمینل 'HB' دیا گیا ہے اس لیے کاموٹیٹنگ پول کی وائنڈنگ میں بھی برقی رَو کی سمت بدل جائے گی۔ اس ترتیب سے کاموٹیٹنگ پول کی وائنڈنگ کے کنکشن غلط ہونے کا احتمال نہیں رہتا۔

ابتدائی ٹارک (The starting torque) ۔جب موٹر کو آن کیا جاتا ہے تو فیلڈ وائینڈنگ میں ابتدائی برقی رَو گزرے گی جس کی وجہ سے فوراً ایک طاقتور مقناطیسی میدان پیدا ہو جاتا ہے۔ اس طرح جب موٹر کو چلایا جاتا ہے تو اس میں بہت طاقتور آغازی یا سٹارٹنگ ٹارک پیدا ہوتا ہے، اس لیے ڈرائیونگ شافٹ پر فل لوڈ ہونے کی صورت میں بھی یہ موٹر سٹارٹ ہو سکتی ہے۔

ٹارک (The torque) ۔ اگر موٹر پر لوڈ بڑھاتے جائیں تو اس کی سپیڈ کم ہوتی جائے گی اور اس طرح رجعی برقی دباؤ کم ہونے کی وجہ سے یہ موٹر زیادہ لوڈ پر زیادہ برقی رَو لے گی۔ برقی رَو زیادہ ہونے کی وجہ سے مقناطیسی میدان کی قوت میں اضافہ ہوگا اور جس سے پیدا شدہ ٹارک بھی بڑھے گا۔ اس طرح یہ موٹر ٹارک کی مدد سے خود کو متعلقہ لوڈ کے مطابق ڈھال لیتی ہے۔

لوڈ اور رفتار (Load and speed) ۔ اگر لوڈ کم ہو جائے تو رفتار بڑھ جائے گی۔ اگر موٹر پر کوئی لوڈ نہ ہو تو موٹر کی رفتار اس قدر بڑھ جائے گی کہ مرکز گریز قوت کی وجہ سے آرمیچر ٹکڑے ٹکڑے ہو جائے گا۔ اس صورت میں کہا جاتا ہے کہ "موٹر ریس لگا رہی ہے"۔ ماسوائے چھوٹی موٹروں کے، سیریز موٹر کو کبھی بھی بلا لوڈ نہیں چلانا چاہیے۔ پٹہ (belt) سے چلنے والی مشینوں کے ساتھ اسے ہرگز استعمال نہیں کرنا چاہیے کیونکہ پٹہ اچانک پھسل جانے سے موٹر کو نقصان پہنچنے کا اندیشہ ہوتا ہے۔ اس موٹر کو صرف ایسی جگہوں پر استعمال کرنا چاہیے جہاں لوڈ مستقل طور پر شافٹ سے جڑا رہے مثلاً گراریوں یا 'V' نما پٹہ کے ذریعہ چلنے والی مشینیں۔

سیریز موٹر کی رفتار کو بہت تھوڑی حد تک کم و بیش کیا جا سکتا ہے۔ آغازی یا سٹارٹنگ مزاحمت کو متغیر" مزاحمت کے طور پر ڈیزائن کر کے یہ کمی بیشی کی جا سکتی ہے۔ متغیر" مزاحمت کو اس قابل ہونا چاہیے کہ یہ لوڈ کرنٹ مسلسل برداشت کر سکے۔ ہم سلسلہ مزاحمت میں جتنا اضافہ ہوگا رفتار اُتنی ہی کم ہو جائے گی۔ اس طرح رفتار صرف کم ہی کی جا سکتی ہے۔ چونکہ متغیر" مزاحمت میں سے موٹر کی تمام برقی رَو گزر رہی ہوتی ہے اور اس وجہ سے برقی طاقت کا بہت بڑا حصہ حرارت میں تبدیل ہوتا رہتا ہے اس لیے رفتار کم و بیش کرنے کا یہ طریقہ اقتصادی نقطہ نظر سے موزوں نہیں ہے۔

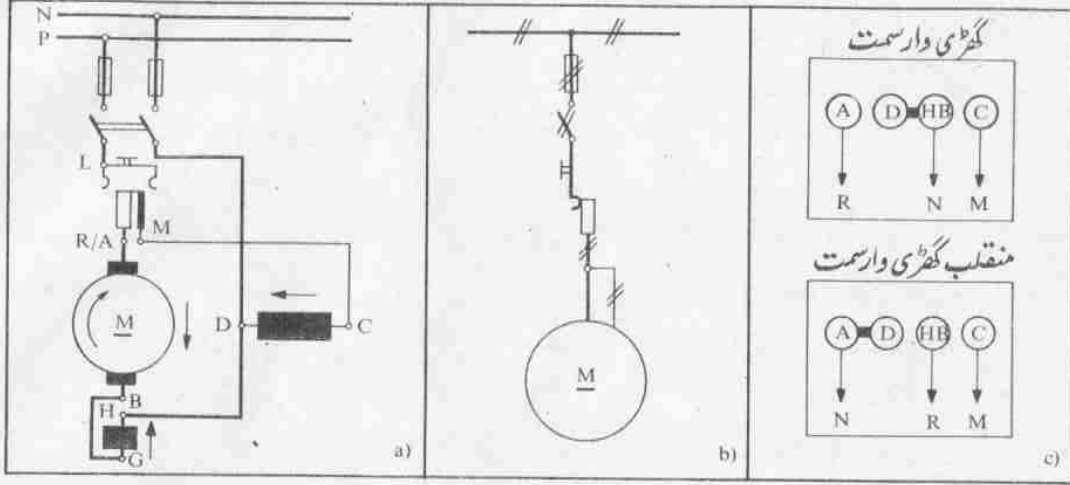
مقناطیسی میدان کا ضعف اور نامی رفتار (Weakening of the field and rated speed)

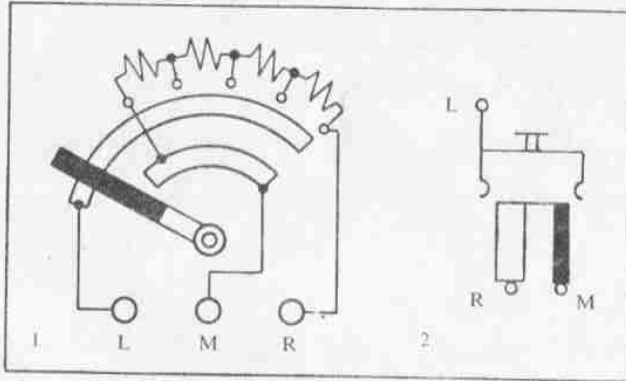
رفتار میں کمی بیشی مقناطیسی میدان کی قوت کو کم کر کے بھی حاصل کی جا سکتی ہے۔ اس طریقہ میں متغیر" مزاحمت کو فیلڈ وائینڈنگ 'EF' کے متوازی لگایا جاتا ہے۔ اس طریقہ سے موٹر کی رفتار اُس کی نامی رفتار سے بڑھائی جا سکتی ہے۔ جب آرمیچر کرنٹ کا ایک حصہ متوازی مزاحمت میں سے گزرتا ہے تو مقناطیسی میدان کی قوت کم ہو جاتی ہے اور پورا رجعی برقی دباؤ پیدا کرنے کے لیے آرمیچر کی رفتار بڑھ جائے گی۔ اس طرح متوازی مزاحمت متغیر کرنے سے رفتار بڑھ جائے گی۔

سیریز موٹر برقی ریل گاڑیوں، ٹراموں اور وزن اٹھانے والی مشینوں میں استعمال کی جاتی ہے۔

5662 **شنٹ موٹر** (The shunt-wound motor) ۔شنٹ موٹر میں فیلڈ وائینڈنگ آرمیچر کے شنٹ یعنی متوازی میں لگی ہوتی ہے۔ کاموٹیٹنگ پول کی وائینڈنگ 'GH' پہلے کی طرح آرمیچر 'AB' کے سیریز میں لگی ہوتی ہے۔ مشترکہ ٹرمینل 'HB' ٹرمینل بورڈ پر نصب کیا ہوتا ہے۔

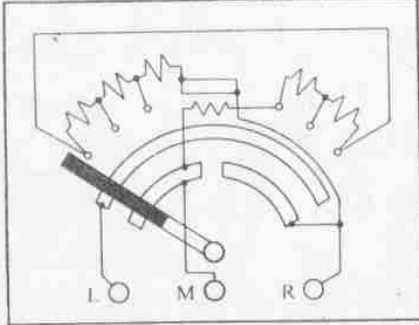
گردش کی سمت (Direction of rotation) ۔ اگر موٹر میں سے برقی رَو اُسی سمت میں گزرے جس ترتیب میں شکل میں درج شدہ حروف ہیں تو موٹر گھڑی وار سمت میں گردش کرے گی۔ اگر اس کے گھومنے کی سمت تبدیل کرنا ہو تو آرمیچر یا فیلڈ وائینڈنگ میں برقی رَو کے بہنے کی سمت بدل دی جاتی ہے۔ ٹرمینل بورڈ پر رہنما تاروں (leads) کو اُلٹ دیا جاتا ہے۔

زیادہ اوم کی مزاحمت حاصل کرنے کے لیے شنٹ موٹر کی **فیلڈ وائینڈنگ** 'CD' باریک تار کے بہت سے چکروں سے بنائی جاتی ہے۔اس کو مینز کے برقی دباؤ پر لگایا جاتا ہے۔یہ بہت کم برقی رو لیتی ہے اور برقی رو کی مقدار لوڈ پر منحصر نہیں ہوتی۔

I 5662/Ia-c - شنٹ موٹر کے کنکشن۔ (a) مکمل (b) تصویری خاکہ (c) ٹرمینل بورڈ

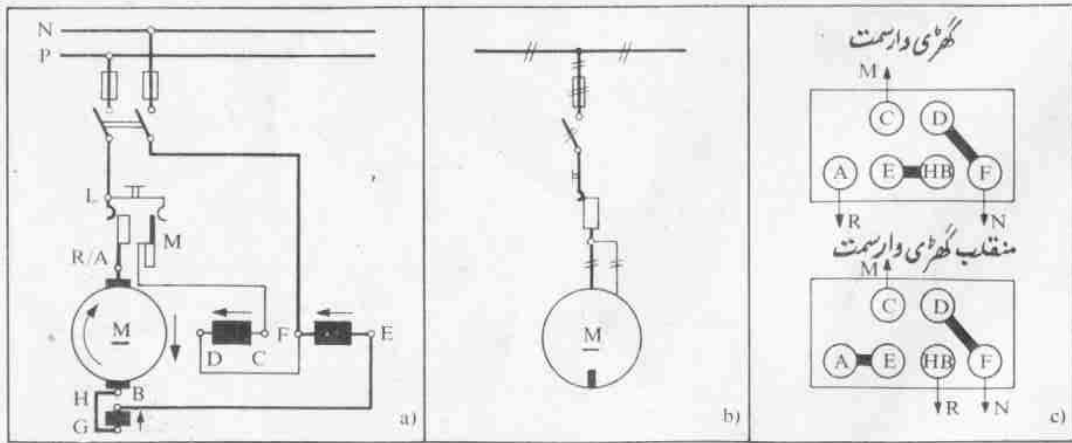
سٹارٹر لگانا (The starter contact) ۔سٹارٹنگ کے وقت فیلڈ وائینڈنگ کو فوری طور پر پورا برقی دباؤ دینے کے لیے ٹرمینل 'C' کو سٹارٹر کے ٹرمینل 'M' کے ساتھ لگایا جاتا ہے۔ٹرمینل 'M' ایک سلاخ نما تماس کی صورت میں ہوتا ہے جیسا کہ شکل نمبر I 5662/IIa سے ظاہر ہے۔سوئچ کا لیور پہلے 'L' کو 'M' کے ساتھ ملاتا ہے اور پھر سٹارٹر سوئچ کی مزاحمت کے پہلے ٹرمینل کو 'L' سے ملاتا ہے۔اس طرح جب سوئچ آف ہونے کی صورت میں فیلڈ وائینڈنگ کا سرکٹ ٹوٹ جائے گا تو سٹارٹر کی مزاحمت سرکٹ میں موجود رہتی ہے اور سوئچ آف ہونے پر خود امالی برقی دباؤ (باب 55) کی مقدار خطرناک حد تک بڑھنے نہیں پاتی۔

I 5662/IIa شنٹ موٹر کا سٹارٹر (1) مکمل (2) تصویری خاکہ

شنٹ موٹر کی رفتار (The speed of the shunt-wound motor) ۔چونکہ فیلڈ وائینڈنگ کو فوری طور پر پورا برقی دباؤ مل جاتا ہے جو کہ لوڈ پر منحصر نہیں ہوتا اس لیے فیلڈ کرنٹ بھی لوڈ پر منحصر نہیں ہوتی۔لہٰذا شنٹ موٹر کی سپیڈ ہمیشہ یکساں رہتی ہے اور کافی حد تک اس کا انحصار لوڈ پر نہیں ہوتا۔اگر شنٹ موٹر پر کوئی لوڈ نہ ہو تو یہ "ریس نہیں لگاتی" اس لیے اسے پٹہ سے چلنے والی مشینوں کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

ٹارک (Torque) ۔ چونکہ مرکزی میدان مستقل ہے اس لیے پیدا شدہ ٹارک کا انحصار صرف آرمیچر کرنٹ پر ہوگا۔ لوڈ پڑنے سے اس کی رفتار میں بہت معمولی کمی واقع ہوتی ہے۔ یہ موٹر ٹھوس رفتاری خصوصیات کی حامل ہے۔

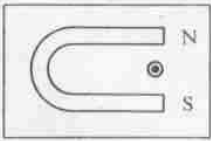
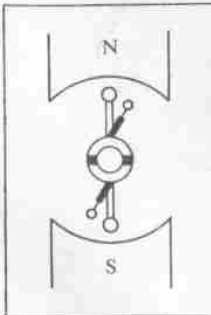
سٹارٹنگ ریگولیٹر اور فیلڈ ریگولیٹر (Starting regulator and field regulator) ۔ فیلڈ وائینڈنگ کے سیریز میں متغیر مزاحمت لگا کر شنٹ موٹر کی رفتار کو کم و بیش کیا جاسکتا ہے۔ فیلڈ وائینڈنگ میں برقی رَو کم ہو جانے کی وجہ سے اِس کا مقناطیسی میدان کمزور ہو جاتا ہے اور آرمیچر میں امالی رجعی برقی دباؤ کم پیدا ہوتا ہے۔ اس طرح آرمیچر کرنٹ زیادہ ہو جاتی ہے اور زیادہ ٹارک پیدا ہوتا ہے۔ آرمیچر تیز ہو کر ایسی رفتار سے گھومنے لگتا ہے کہ رجعی برقی دباؤ میں توازن پیدا ہو جاتا ہے۔ فیلڈ ریگولیٹر کی مدد سے رفتار کو 1 اور 3 کی نسبت تک کنٹرول کیا جاسکتا ہے۔ رفتار کو گراریوں کی مدد کے بغیر (ضیاع کے بغیر) مکمل طور پر کنٹرول کیا جاسکتا ہے۔ اس مقصد کے لیے عام طور پر شکل نمبر I 5662/IIb میں دکھایا گیا سٹارٹنگ ریگولیٹر استعمال کیا جاتا ہے۔ اس ریگولیٹر میں بائیں نصف حصّہ کی مزاحمت سٹارٹنگ ریگولیٹر اور دائیں نصف حصّہ کی مزاحمت فیلڈ ریگولیٹر کی ہے۔ ابتدا میں سٹارٹنگ ریگولیٹر کی مزاحمت سرکٹ میں سے نکال دی جاتی ہے۔ ہینڈل کو مزید گھمانے سے 'M' کے سامنے فیلڈ ریگولیٹر کی مزاحمت آجاتی ہے جس کو سرکٹ میں داخل کیا جاسکتا ہے۔

I 5662/IIb شنٹ موٹروں کے لیے استعمال ہونے والا سٹارٹنگ ریگولیٹر

شنٹ موٹر کا استعمال (Uses of the shunt-wound motor) : شنٹ موٹر ایسی جگہوں پر استعمال ہوتی ہیں جہاں ہر لوڈ پر یکساں رفتار کی ضرورت ہوتی ہے۔ مثلاً خراد مشینوں، پمپوں اور ہَوا دانوں کے پنکھوں میں اِس کا استعمال کیا جاتا ہے۔

5663 کمپاؤنڈ موٹر (The compound-wound motor) : کمپاؤنڈ موٹر کی فیلڈ وائینڈنگ، سیریز وائینڈنگ 'EF' اور شنٹ وائینڈنگ 'CD' پر مشتمل ہوتی ہے۔ آیا موٹر میں غالب خصوصیات سیریز موٹر کی ہیں یا شنٹ موٹر کی اِس بات کا انحصار دونوں وائینڈنگوں کے مقناطیسی فلکس پر ہوتا ہے۔

I 5663/Ia—c کمپاؤنڈ موٹر کے کنکشن (a) مکمل۔ (b) تصویری خاکہ (c) ٹرمینل بورڈ

گردش کی سمت (Direction of rotation) - اگر برقی رَو شکل میں دکھائے گئے حروف کی ترتیب کی سمت میں بہہ رہی ہو تو موٹر کی گردش گھڑی وار سمت میں ہوگی۔
آرمیچر میں برقی رَو کی سمت بدلنے سے موٹر کی گردش کی سمت بدلی جاسکتی ہے۔
ٹارک (Torque) - سیریز وائینڈنگ (موٹی تار کے چند چکّر) کی وجہ سے موٹر کا سٹارٹنگ ٹارک بہت زیادہ ہوتا ہے۔

کمپاؤنڈ موٹر کی رفتار (Speed of compound-wound motor): شنٹ وائینڈنگ (باریک تار کے بہت سے چکّر) کی وجہ سے نو لوڈ پر موٹر "ریس" نہیں کرتی۔ اس کی رفتاری خصوصیات اتنی ٹھوس نہیں ہوتیں جتنی شنٹ موٹر کی ہوتی ہیں۔ فیلڈ ریگولیٹر کی مدد سے فیلڈ کو کمزور کر کے اس موٹر کی رفتار کو معیاری رفتار سے ایک اور تین کی نسبت تک بڑھایا جاسکتا ہے۔
فیلڈ میں برقی رَو کو منقطع کرنا (Field interruption) - ہر قسم کی ڈی سی موٹروں میں فیلڈ ریگولیٹر سے محرک برقی رَو منقطع نہیں کرنی چاہیے کیونکہ اس طرح مقناطیسی میدان ختم ہو جاتا ہے اور پول میں صرف مقناطیسی ضبط کے برابر میدان رہ جاتا ہے جس کی وجہ سے موٹر "ریس" کرے گی۔
کمپاؤنڈ موٹر کا استعمال (Uses of compound motor): اگر موٹر کو بھاری لوڈ کے زیر اثر ممکن حد تک یکساں رفتار سے چلانا ہو تو کمپاؤنڈ موٹر استعمال کی جاتی ہے یا وقفوں کے ساتھ جھٹکے دار لوڈ کی صورت میں یعنی بھاری ڈیوٹی پریس، پنچ (punch) اور ایسی مشینیں جن کا مستقل لوڈ زیادہ اور سٹارٹنگ کا وقت لمبا ہو یہ موٹر استعمال کی جاتی ہے۔

567 **سوالات:**
(1) شکل نمبر 567/I کو بڑی سکیل سے بنائیں اور مقناطیسی میدانوں کی سمت دکھا کر اس کی مدد سے موصل کی حرکت کی سمت معلوم کریں۔
(2) شکل نمبر 567/II کو بڑی سکیل سے بنائیں۔ اگر کوائل کی گردش کو منقلب گھڑی وار سمت میں بدلنا مقصود ہو تو اس میں کرنٹ کی سمت دکھائیں۔ علاوہ ازیں برشوں پر مثبت اور منفی کی نشان دہی بھی کریں۔ (3) ڈی سی موٹر کا آرمیچر اور پول شو ڈائنمو شیٹ سے کیوں بنائے جاتے ہیں جبکہ مقناطیسی فریم ٹھوس کاسٹ آئرن، کاسٹ سٹیل یا شیٹ سٹیل کا بنا ہوتا ہے۔ (4) آرمیچر اور پول شوز کے درمیان ہوائی شگاف ممکنہ حد تک کم کیوں رکھا جاتا ہے؟ (5) تعدیلی منطقہ سے کیا مراد ہے؟ (6) ڈی سی موٹر کے آرمیچر پر پیدا ہونے والی گردشی قوت کن جزو پر منحصر ہوتی ہے؟ (7) ڈی سی موٹر کے کاموٹیٹنگ پول کا کیا مقصد ہوتا ہے؟ (8) سیریز موٹر کے مکمل کنکشن بنائیں اور ٹرمینل بورڈ کے کنکشن منقلب گھڑی وار سمت میں گردش کے لیے دکھائیں۔ (9) کمپاؤنڈ موٹر کے مکمل کنکشن دکھائیں اور ٹرمینل بورڈ کے کنکشن گھڑی وار سمت میں گردش کے لیے دکھائیں۔ (10) اگر ڈی سی موٹر کے سٹارٹر کو جلدی سے آخری حالت تک لے جائیں تو حفاظتی فیوز جل جاتا ہے۔ اس کی کیا وجہ ہے؟ (11) سیریز موٹر کی سپیڈ کو کس طرح کنٹرول کیا جاسکتا ہے؟ (12) شنٹ موٹر کی رفتار میں کس طرح کمی بیشی کی جاسکتی ہے؟

I 567/I سوال نمبر 1

I 567/II سوال نمبر 2

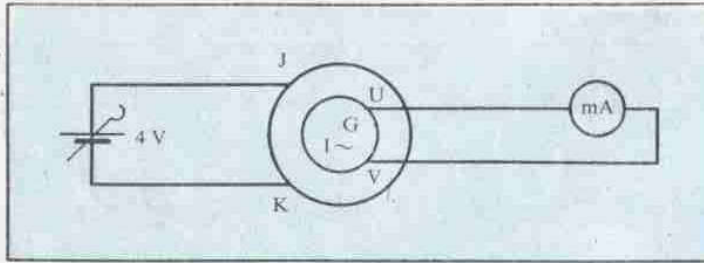
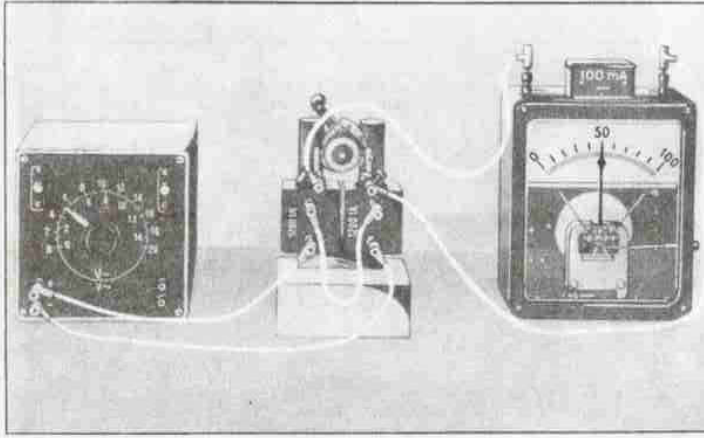
6 آلٹرنیٹنگ کرنٹ کے بنیادی اصول

(The Principles of the Theory of Alternating Current)

61 اے سی کا مبدا (The origin of AC)

611 مقناطیسی میدان کے زیر اثر کوائل (The coil in the magnetic field)

باب 53 میں یہ دکھایا گیا ہے کہ جب کوئی موصل مقناطیسی میدان میں حرکت کرتا ہے تو اس میں امالی برقی دباؤ پیدا ہو جاتا ہے۔ اگر ایک موصل کو کوائل کی شکل میں لپیٹ کر برقی مقناطیس کے میدان میں گھمایا جائے تو کیا اثر ہوگا؟

تجربہ نمبر E 611/I کی مدد سے اس سوال کی وضاحت کی گئی ہے۔

تجربہ : دوہری ٹی والے آرمیچر کے کوائل کے دونوں سروں کو سلپ رنگ (slip ring) کے ساتھ ملایا گیا ہے۔ کاربن برش کی مدد سے سلپ رنگ پر سے برقی دباؤ حاصل کیا جا سکتا ہے۔ برقی مقناطیس آئرن کور والے دو ایسے کوائلوں پر مشتمل ہے جو ایک دوسرے کے ساتھ سیریز میں لگائے گئے ہیں۔ برقی مقناطیس کے کوائل کو 4 وولٹ ڈی سی اپر لگایا گیا ہے۔ سرکٹ میں لگائے گئے ملی ایم میٹر کا صفر سکیل کے درمیان میں لایا گیا ہے۔

نتیجہ : کرینک اور اس کے ساتھ لگے ہوئے آرمیچر کو آہستہ سے گھمانے سے معلوم ہوگا کہ :

1 - ڈی سی پیمائش کرنے والی ایم میٹر کی سوئی کرینک کی نصف گردش کے دوران دائیں طرف گھوم جاتی ہے اور دوسری نصف گردش کے دوران بائیں طرف گھوم جاتی ہے۔ میٹر ایک ایسی برقی رو کو ظاہر کرتا ہے جو کرینک کی پوری گردش کے دوران اپنی سمت بدلتی ہے۔ اس کا یہ مطلب ہے کہ پول شو کے مقناطیسی میدان میں گردش کرنے والے کوائل میں ایسا برقی دباؤ پیدا ہوتا ہے جس کی سمت بدلتی رہتی ہے۔

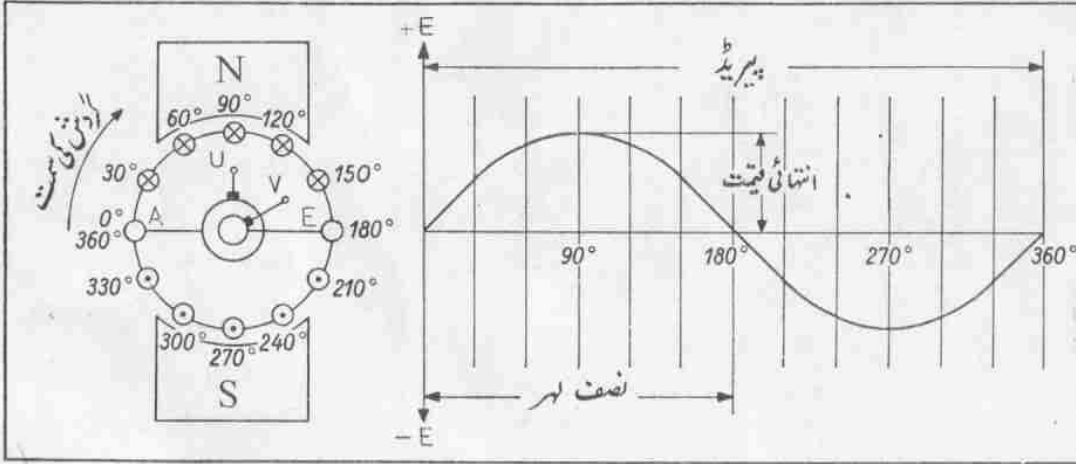
E 611/I آلٹرنیٹنگ وولٹیج پیدا کرنا

قانون | اگر کوئی کوائل مقناطیسی میدان میں گردش کرے تو اس میں ایسا برقی دباؤ پیدا ہوتا ہے جس کی سمت بدلتی رہتی ہے۔ ایسے برقی دباؤ کو آلٹرنیٹنگ وولٹیج کہتے ہیں۔

2 - ایک ظاہری رکاوٹ کرینک کی حرکت کو روکتی ہے جس کو زائل کرنے کے لیے میکانی طاقت کی ضرورت ہوتی ہے۔ یہ حقائق کلیڈ لینز کے عین مطابق ہیں۔

قانون | امالی برقی دباؤ کی وجہ سے پیدا ہونے والی برقی رَو کی سمت ایسی ہوتی ہے جو حرکت کو روکنے کی کوشش کرتی ہے۔

جیسا کہ نمبر 1 میں مشاہدہ کیا گیا ہے سرکٹ میں لگا ہوا ایم میٹر یہ ظاہر کرتا ہے کہ برقی رَو کی سمت آدھے چکّر کے دوران ایک طرف ہوتی ہے اور دوسرے نصف چکّر کے دوران برقی رَو کی سمت دوسری طرف ہو جاتی ہے۔ چونکہ یہ برقی رَو، برقی دباؤ کی طرح مسلسل سمت بدلتی رہتی ہے اس لیے اسے آلٹرنیٹنگ کرنٹ (alternating current) کہتے ہیں۔

612 پیریڈ اور تعدّد یا فریکوئنسی (Period and frequency)

I 612/I آلٹرنیٹنگ وولٹیج

آلٹرنیٹنگ وولٹیج (The alternating Voltage)۔ آلٹرنیٹنگ وولٹیج کے راستے کو صحیح طور پر پہچاننے کے لیے کوائل کے موصلوں کو شکل نمبر I 612/I میں دکھایا گیا ہے۔ کوائل کا سرا 'A' بیرونی سلپ رنگ سے ملا کر برش کے ذریعہ ٹرمینل 'U' کے ساتھ ملایا گیا ہے۔ آخری سرا 'E' اندرونی سلپ رنگ سے ملا کر برش کے ذریعہ ٹرمینل 'V' کے ساتھ ملایا گیا ہے۔ کوائل مقناطیسی قطبین 'N' اور 'S' کے زیر اثر گھڑی وار سمت میں گردش کرتا ہے (سمت تیر کی مدد سے دکھائی گئی ہے)۔ برقی رَو کی سمت معلوم کرنے کے لیے آسانی کی خاطر صرف کوائل کے شروع والے سرے 'A' کے راستے کو مدِّنظر رکھا گیا ہے۔ جب کوائل ایک چکّر پورا کرتا ہے تو 'A' پورے محیط کو طے کر لیتا ہے۔ چونکہ انحنا کی وجہ سے منحنی فاصلہ ناپنا مشکل ہوتا ہے اس لیے طے کردہ فاصلہ کو زاویہ کی صورت میں ظاہر کرنا زیادہ سُود مند رہتا ہے کیونکہ اسے پروٹیکٹر کی مدد سے آسانی سے ناپا جا سکتا ہے۔ ایک پورا چکّر 360 درجہ کے برابر ہوتا ہے، آدھا چکّر 180 درجہ کے اور چوتھائی چکّر 90 درجہ کے برابر ہوتا ہے۔ وضاحت کے لیے محیط کو 30 درجوں کے برابر حصّوں میں تقسیم کر دیا گیا ہے۔

موصل کے راستے کا ارتقاء (Development of the conductor path)۔ 360 درجہ کے محیط کو اس کی لمبائی 'π 'd (جبکہ π=3.14) کے متناسب خطِ مستقیم سے ظاہر کیا گیا ہے۔ اس کو 30 درجہ کے 12 برابر حصّوں میں تقسیم کرکے ہر حصّے کو درجوں میں ظاہر کیا گیا ہے۔ نقطۂ آغاز 0 درجہ پر ایک عمودی لائن کھینچی گئی ہے جس پر اُوپر کی طرف مثبت برقی دباؤ اور نیچے کی طرف منفی برقی دباؤ کی مقداریں ظاہر کی گئی ہیں۔ تعدیلی منطقہ (A سے F) سے موصل کا درجوں میں اوپر یا نیچے کی طرف فاصلہ دائیں طرف کی شکل میں متعلقہ درجوں کے مطابق ظاہر کیا جا سکتا ہے۔

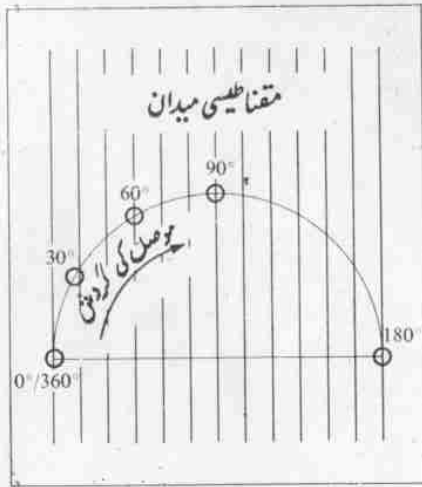
امالی برقی دباؤ اور اس کی مقدار (Generation and magnitude of the induced voltage)

کوائل کا ابتدائی سرا 'A' شروع میں صفر درجہ پر ساکن حالت میں موجود ہے۔ اس لیے اس حالت میں اس میں کوئی امالی برقی دباؤ پیدا نہیں ہوگا۔ اب اگر کوائل گردش کرنا شروع کردے تو موصل مقناطیسی میدان کو عمودی طور پر کاٹے گا اور اس میں امالی برقی دباؤ پیدا ہو جاتا ہے کسی بھی نقطہ پر اس برقی دباؤ کی سمت دائرہ دار میدانوں کی مدد سے (باب 53) معلوم کی جا سکتی ہے۔ امالی برقی دباؤ کی مقدار مندرجہ ذیل جزو پر منحصر ہوتی ہے:

1۔ موصل کی لمبائی جو کہ کوائل کے چکروں کی تعداد کی صورت میں مقرّرہ مقدار کے طور پر متعین ہوتی ہے۔

2۔ کثافتِ نفاذ یا مقناطیسی امالہ جو کہ فیلڈ کے محرک برقی دباؤ کی مدد سے کم یا زیادہ کیا جا سکتا ہے۔

3۔ مقناطیسی میدان کی تبدیلی کی رفتار یعنی وہ رفتار جس سے موصل مقناطیسی میدان کو عمودی طور پر کاٹتا ہے۔

I 612/II موصل کا مقناطیسی میدان میں راستہ

نیچے دیئے گئے موصل کے راستہ سے ظاہر ہے کہ کوائل کی یکساں رفتار کے باوجود ہر جگہ کے لیے مقناطیسی میدان میں تبدیلی یکساں نہیں ہے۔ موصل کو محیط کے ساتھ ساتھ 0 درجہ سے 30 درجہ تک کا فاصلہ طے کرنے کے لیے وہی وقت درکار ہے جو 60 درجہ سے 90 درجہ تک کے لیے درکار ہوگا۔ مگر 0 درجہ سے 30 درجہ تک کا فاصلہ مقناطیسی میدان کے خطوط کے ساتھ کم درجہ کا زاویہ بناتا ہے۔ جیسا کہ شکل نمبر I 612/II سے ظاہر ہے۔ اس دوران یہ بہت تھوڑے خطوط کو قطع کرے گا (دی گئی صورت میں صرف ایک مقناطیسی خط کو)۔ 60 درجہ سے 90 درجہ کا فاصلہ مقناطیسی خطوط کو تقریباً عموداً کاٹتا ہے حتیٰ کہ 90 درجہ پر مقناطیسی خطوط کو بالکل عموداً کاٹے گا۔ اس طرح اس دوران یہ زیادہ خطوط کاٹے گا (اس صورت میں چار)۔

برقی دباؤ کی مقدار (Magnitude of the voltage) ۔مقناطیسی میدان کے خطوط کی سمت سے ظاہر ہے کہ:

1۔ °0، °180 اور °360 پر موصل مقناطیسی خطوط کے متوازی حرکت کرتا ہے اور کسی مقناطیسی خط کو قطع نہیں کرتا۔ اس لیے امالی برقی دباؤ صفر ہوگا۔

2۔ °90 اور °270 پر موصل خطوط کی زیادہ سے زیادہ تعداد کو قطع کرتا ہے اور اس حالت میں زیادہ سے زیادہ (انتہائی) امالی برقی دباؤ پیدا ہوتا ہے۔

برقی دباؤ کی صحیح سمت موصل کے گرد دائرہ دار میدان ترتیب دے کر معلوم کی جاسکتی ہے۔ ان کی سمت ایسی ہوگی کہ یہ اصل میدان سے مل کر موصل کی میکانی حرکت میں مزاحمت پیدا کرتے ہیں یعنی موصل کے سامنے والے میدان کو تقویت پہنچائیں گے۔

دَور یا سائیکل اور فریکوئینسی (Cycle and freqency)۔ جب کوائل ایک چکر مکمل کرتا ہے تو برقی دباؤ کی مثبت نصف لہر اور منفی نصف لہر پیدا ہوتی ہے۔ یہ دونوں نصف لہریں مل کر ایک دَور یا سائیکل (cycle) بناتی ہیں۔

ایک سیکنڈ میں دوروں کی تعداد کو تعدد یا فریکوئینسی (frequency) کہتے ہیں۔ اس کی علامت 'f' ہے اور اسے ہرٹز (hertz) یا سائیکل فی سیکنڈ میں ظاہر کرتے ہیں۔ ہرٹز کو اختصاراً 'Hz' اور سائیکل فی سیکنڈ کو 'cps' لکھتے ہیں۔

قانون | ایک ہرٹز: ایک سائیکل فی سیکنڈ کے برابر ہے۔
(ہائنرش ہرٹز 1857 سے 1894) ایک جرمن ماہر طبیعات تھا)

کلو ہرٹز اور میگا ہرٹز کو پیمائش کی اکائیوں کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے جیسا کہ مندرجہ ذیل جدول سے ظاہر ہے:

سائیکل فی سیکنڈ	علامت	فریکوئینسی
1	Hz	1 ہرٹز
1,000	kHz	1 کلو ہرٹز
1,000,000	MHz	1 میگا ہرٹز

مقداروں کی تحویل:

مثال: 80.7 میگا ہرٹز کی فریکوئینسی میں کتنے ہرٹز ہیں؟

معلوم : 80.7 میگا ہرٹز

مطلوب : فریکوئینسی 'f' کی قیمت ہرٹز میں

حل : 1 MHz = 1,000,000 Hz

80.7 MHz = 80.7 × 1,000,000

= 80,700,000 Hz

جواب : 80.7 میگا ہرٹز کی فریکوئینسی 80,700,000 ہرٹز کے برابر ہے۔

سائیکل کی مدت یا پیریڈ (Period or duration of the cycle)۔ اگر فریکوئینسی ایک ہرٹز ہو تو ایک سائیکل ایک سیکنڈ میں مکمل ہوتا ہے۔ 50 ہرٹز کی فریکوئینسی کی صورت میں ایک سائیکل $\frac{1}{50}$ سیکنڈ میں مکمل ہوتا ہے۔ ایک سائیکل مکمل کرنے میں جو وقت درکار ہوتا ہے اسے پیریڈ کہتے ہیں۔ پیریڈ کو مندرجہ ذیل فارمولا سے معلوم کیا جاسکتا ہے:

پیریڈ 'T' = $\frac{1}{\text{فریکوئینسی 'f'}}$ یا $T = \frac{1}{f}$

مین لائن کی فریکوئینسی (Main line frequency)۔ پاکستان اور جرمنی میں اے سی مینز کی فریکوئینسی 50 ہرٹز ہے جو کہ 50 سائیکل فی سیکنڈ یا 100 نصف لہریں فی سیکنڈ کے برابر ہے۔ جرمنی میں برقی گاڑیوں کے لیے $16\frac{2}{3}$ ہرٹز فریکوئینسی بھی استعمال ہوتی ہے۔ امریکہ میں اے سی مینز کی فریکوئینسی 60 ہرٹز ہے۔

613 **مقناطیسی قطبوں کے جوڑے اور فریکوئینسی** (pole pair and frequency)۔ تجرباتی مشین کی مدد سے 50 ہرٹز فریکوئینسی کی اے سی حاصل کرنے کے لیے کوائل کو 50 چکر فی سیکنڈ یا 3000 چکر فی منٹ کی رفتار سے گھمانا چاہیے۔ تجرباتی مشین کے دو قطب یعنی قطبوں کا ایک جوڑا ہوتا ہے۔ اگر مشین کے چار قطب ہوں یعنی قطبوں کے دو جوڑے ہوں تو کوائل کے ایک چکر کے دوران دو سائیکل حاصل ہوں گے۔ 50 ہرٹز کی اے سی حاصل کرنے کے لیے مشین کے کوائل کو ایک سیکنڈ میں $\frac{50}{2}$ یعنی 25 چکر لگانے پڑیں گے۔ ایک منٹ میں چکروں کی تعداد $\frac{50 \times 60}{2}$ یعنی 1500 ہوگی۔

اس طرح مشین کے چکروں کی تعداد فریکوئنسی 'f' کو 60 سے ضرب دینے اور قطبوں کے جوڑوں کی تعداد 'p' سے تقسیم کرنے سے حاصل کی جاسکتی ہے۔ یعنی

$$n=\frac{f\times 60}{p}$$

مندرجہ ذیل فارمولا سے فریکوئنسی معلوم کی جاسکتی ہے :

$$f=\frac{n\times p}{60}$$

اور قطبوں کے جوڑوں کی تعداد بھی معلوم کی جاسکتی ہے :

$$p=\frac{f\times 60}{n}$$

قطبوں کے جوڑوں کی تعداد صرف جفت ہی ہوسکتی ہے۔ اس طرح 50 ہرٹز کی فریکوئنسی کے لیے مشین کے فی منٹ چکروں کی تعداد قطبوں کے جوڑوں کی تعداد کے مطابق متعین ہوتی ہے۔ دو قطبوں کی مشین (ایک جوڑا) میں فی منٹ چکروں کی تعداد زیادہ سے زیادہ ہوتی ہے اور یہ 3000 چکر فی منٹ کے برابر ہوتی ہے۔ اگر اسی فریکوئنسی پر مشین کو آہستہ چلانا مقصود ہو، تو رفتار کے لحاظ سے قطبوں کے جوڑوں کی تعداد بڑھانی پڑے گی۔

مثال : 8 قطبوں والا ایک اے سی جنریٹر 50 ہرٹز کا برقی دباؤ پیدا کرتا ہے۔ اس کی رفتار معلوم کریں۔

معلوم : $f=50\ Hz$ $p=4$

مطلوب : $n=?$

حل : $n=\frac{f\times 60}{p}$

$$=\frac{50\times 60}{4}=750$$

جواب : جنریٹر کی رفتار 750 چکر فی منٹ ہونی چاہیے۔

614 انتہائی اور مؤثر قیمتیں (Peak and effective values)

جیبی لہر یا سائن ویو (sine curve) (شکل نمبر I 612/I) میں دو زیادہ سے زیادہ قیمتیں ہوتی ہیں جن میں سے ایک مثبت اور ایک منفی ہوتی ہے انہیں انتہائی قیمتیں (peak values) کہتے ہیں۔

مؤثر قیمتیں (The effective values) ۔ اگر ہم وولٹ میٹر یا ایم میٹر کی مدد سے پیمائش کریں تو یہ انتہائی قیمتیں ظاہر نہیں کرتے کیونکہ اپنے جمود کی وجہ سے یہ اتنی تیز تبدیلیوں کو ظاہر نہیں کرسکتے۔ یہ آلات مؤثر قیمتوں کو ظاہر کرتے ہیں۔ مؤثر قیمت ایسی ڈی سی قیمت کے برابر ہوتی ہے جو کہ ایک مزاحمت میں وہی حرارت پیدا کرے گی جتنی کہ زیر بحث اے سی پیدا کرتی ہے۔ 220 وولٹ کا ایک برقی بلب اے سی اور ڈی سی دونوں پر لگایا جاسکتا ہے اور دونوں کا اس پر ایک ہی اثر ہوگا۔ ڈی سی طاقت 'p' کی قیمت '$I^2\times R$' کے برابر ہے۔ اسی طرح اے سی کی مؤثر قیمت بھی مجموعی برقی رَد کی منحنی کی دوسرے درجہ کی اوسط قیمت ہوگی۔

اصل یا مؤثر برقی رُو کا مربّع 'I^2_{eff}' انتہائی برقی رُو کے مربع 'I^2_{max}' کے نصف کے برابر ہوتا ہے۔

$$I^2_{eff} = \frac{I^2_{max}}{2}$$

'I_{eff}' کی قیمت معلوم کرنے کے لیے مذکورہ بالا قیمت کا جذر نکالنا پڑے گا۔

$$\sqrt{I^2_{eff}} = \sqrt{\frac{I^2_{max}}{2}}$$

اس طرح

$$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$

چونکہ $\sqrt{2}$ برابر ہے 1.414 (جذر کے لیے صفحہ 247 دیکھیں)

$$\therefore \quad I_{eff} = \frac{I_{max}}{1.414}$$

اور $\frac{1}{1.414}$ برابر ہے 0.707 اس لیے

$I_{eff} = 0.707 \times I_{max}$
$I_{max} = 1.414 \times I_{eff}$

اور

اسی طرح برقی دباؤ کے لیے

$V_{eff} = 0.707 \times V_{max}$	$V_{max} = 1.414 \times V_{eff}$

نوٹ: 'V_{eff}' اور 'I_{eff}' کو عام طور پر صرف 'V' اور 'I' لکھا جاتا ہے۔

مثال: ایک سوئچ کو 220 وولٹ اے سی پر استعمال کرنا ہے۔ اس کی مجوزیت کو کس انتہائی برقی دباؤ کے لیے بنانا چاہیے؟

معلوم: $V_{eff} = 220\ V$

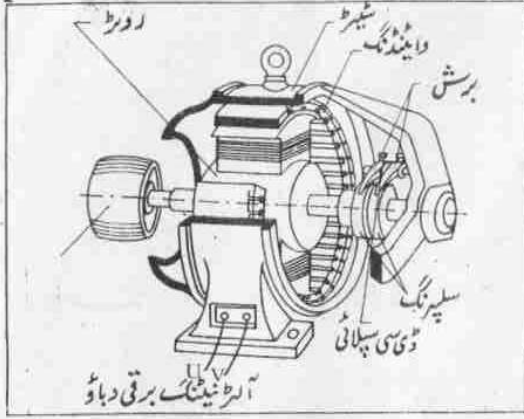
مطلوب: $V_{max} = ?$

حل: $V_{max} = 1.414 \times V_{eff}$

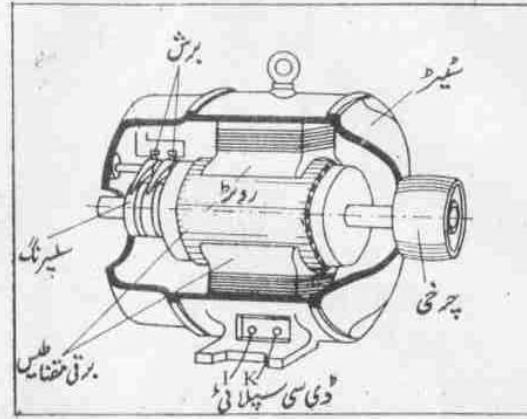
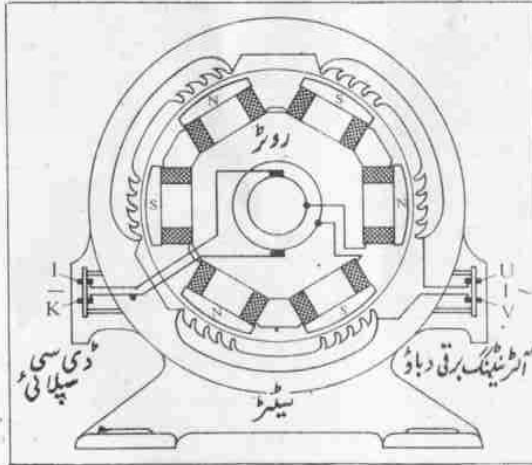
$= 1.414 \times 220 = 311\ V$

جواب: مجوزیت کو 311 وولٹ کا برقی دباؤ برداشت کر سکنا چاہیے۔

615 **سوالات:** (1) صفحہ 612 کے مطابق چار پول والی (پول کے دو جوڑے) مشین کے لیے سائن ویو بنائیں۔ (2) اے سی جنریٹر کے برقی دباؤ میں تھوڑی بہت کمی بیشی کیسے کی جا سکتی ہے؟ (3) ایک سائیکل سے کیا مراد ہے؟ (4) کس چیز کو فریکوینسی کے طور پر ظاہر کیا جا سکتا ہے؟ (5) امریکہ میں استعمال ہونے والی 60 ہرٹز کی فریکوینسی میں فی سیکنڈ کتنی نصف لہریں ہوتی ہیں؟ (6) 12 پول کی ایک مشین ایک منٹ میں 600 چکر لگاتی ہے۔ پیدا شدہ برقی دباؤ کی فریکوینسی معلوم کریں۔ (7) ایک ہی فریکوینسی کی کئی مشینوں میں سے زیادہ رفتار والے اور کم رفتار والے روٹر میں کیسے تمیز کی جا سکتی ہے؟ (8) 10,000 وولٹ کی ایک فوق الراس یا اوور ہیڈ لائن (over head line) 78 ایمپیئر کرنٹ لیتی ہے۔ مقداروں کی انتہائی قیمتیں معلوم کریں۔ (9) ایک ہی نامی برقی دباؤ کے لیے اے سی کے آلات کو ڈی سی آلات کی نسبت بہتر طور پر کیوں مجوز کرنا چاہیے؟ (10) 1620 کلو ہرٹز اور 96 میگا ہرٹز کے کتنے ہرٹز ہوں گے؟ (11) ایک جنریٹر سے 50 ہرٹز کا برقی دباؤ پیدا کرنا مقصود ہے۔ اگر اس کی رفتار 600 چکر فی منٹ ہو تو جنریٹر کے قطبوں کی تعداد معلوم کریں۔ (12) 60 پول کا ایک جنریٹر 5000 چکر فی منٹ کی رفتار سے چل رہا ہے۔ پیدا شدہ فریکوینسی معلوم کریں۔ (13) ایک الیکٹرک سرکٹ میں 314 وولٹ اور 40.5 ایمپیئر کی انتہائی قیمتیں ناپی گئی ہیں۔ ان مقداروں کی مؤثر قیمتیں معلوم کریں۔

62 جنریٹر (The generators)

I 621/II مقناطیسی پول کے حامل روٹر والا جنریٹر

I 621/I مقناطیسی پول کے حامل سٹیٹر والا جنریٹر

میکانی قوت صرف کر کے جنریٹر میں برقی دباؤ پیدا کیا جاتا ہے ۔ یہ مقناطیسی میدان میں کوائل کی گردش کے اصول پر کام کرتے ہیں۔ پیدا شدہ برقی دباؤ کی قسم کے مطابق انہیں دو قسموں یعنی اے سی جنریٹر اور ڈی سی جنریٹر میں تقسیم کیا جا سکتا ہے ۔ اے ۔ سی جنریٹر کی ایک قسم تھری فیز یعنی سہ فیز اے سی جنریٹر ہے جسے باب 651 میں واضح کیا جائے گا ۔

I 621/III چھ پول والے سنگل فیز اے سی جنریٹر کے کنکشن

621 اے سی جنریٹر (The AC generator)

جنریٹر میں برقی مقناطیس کی تنصیب کے مطابق اِن کو دو قسموں میں تقسیم کیا جا سکتا ہے :

(ا) مقناطیسی پول کے حامل سٹیٹر والا جنریٹر (سلنڈر نما روٹر والا جنریٹر)۔

(ب) مقناطیسی پول کے حامل روٹر والا جنریٹر (روٹر پر ابھرے ہوئے پول والا جنریٹر)۔

سلنڈر نما روٹر والے جنریٹر (I 621/I) میں برقی مقناطیس بیرونی فریم یعنی سٹیٹر پر نصب ہوتے ہیں جن کی برق انگیزی کے لیے سٹیٹر کی وائینڈنگ کو ڈی سی فراہم کی جاتی ہے جبکہ آلٹرنیٹنگ کرنٹ (AC) سلپ رنگ (slip ring) کی مدد سے حاصل کی جاتی ہے۔

I 621/IV سنگل فیز جنریٹر کا مکمل خاکہ

روٹر کو ٹربائن (turbine) سٹیم انجن (steam engine) یا درون سوز انجن (internal combustion engine) کی مدد سے چلایا جاتا ہے۔ مقناطیس کے لیے استعمال ہونے والے فریم کو سٹیٹر (stator) کہتے ہیں۔ سلنڈر نما روٹر والے اے سی جنریٹر کی یہ خامیاں ہیں کہ ہائی وولٹیج کی صورت میں سلپ رنگ پر چنگاریاں پیدا ہوتی ہیں اور اس کے علاوہ مجوزہ کرنا بھی مشکل ہوتا ہے۔

روٹر پر اُبھرے ہُوئے پول والا جنریٹر (Salient pole generator)۔ (شکل نمبر I 621/II)

مذکورہ بالا خامیاں اس جنریٹر میں نہیں ہیں۔ اس جنریٹر میں برقی مقناطیس گھومتے ہیں اور وائینڈنگ سٹیٹر پر ساکن رہتی ہے۔ مقناطیس کی برق انگیزی (excitation) کے لیے کم وولٹیج کا دباؤ سلپ رنگ کی مدد سے جنریٹر کو سپلائی کیا جاتا ہے جبکہ زیادہ قیمت کے آلٹرنیٹنگ وولٹیج سٹیٹر پر نصب شدہ ٹرمینل بورڈ سے حاصل کیے جاتے ہیں۔ ایسے جنریٹر 6 سے 36 کلو وولٹ کا برقی دباؤ فراہم کر سکتے ہیں۔

جنریٹر میں پیدا شدہ برقی دباؤ کو کم و بیش کرنا۔ ریگولیٹر کی مدد سے برق انگیز رَو (exciting current) کم یا زیادہ کرنے سے برقی دباؤ کو آسانی سے کم و بیش کیا جا سکتا ہے۔ مشین کی رفتار مستقل رکھی جا سکتی ہے۔ باب 53 کے کلیہ

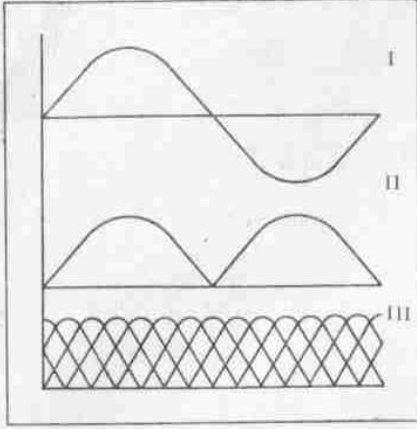
$$E = B \times l \times v$$

میں مقناطیس کی وائینڈنگ میں برقی رَو کو تبدیل کرنے سے صرف 'B' کی قیمت تبدیل ہو گی۔

روٹر کی ساخت (Construction of the rotor) کم رفتار والی مشینوں کے نمایاں منفرد پول ہوتے ہیں۔ زیادہ رفتار کی صورت میں برق انگیز وائینڈنگ ڈرم نما روٹر کی جھریوں (grooves) میں ڈال دی جاتی ہیں تاکہ یہاں پر بھی پول کی الگ الگ پہچان ہو سکے۔ جھریوں میں وائینڈنگ کو فانے کی مدد سے کس دیا جاتا ہے تاکہ مرکز گریز قوّت (centrifugal force) کی وجہ سے یہ باہر نہ نکل جائیں۔ مقناطیسی میدان کی برق انگیزی کے لیے ڈی سی سپلائی تنمنٹ جنریٹر (I 621/IV) سے لی جاتی ہے جو کہ اسی شافٹ پر نصب کیا ہوتا ہے۔

622 ڈی سی جنریٹر (DC generator)

ارتعاشی ڈی سی (Pulsating DC) - اگر کوائل میں آلٹرنیٹنگ وولٹیج کو ایسے وولٹیج میں تبدیل کرنا مقصود ہو جس کی سمت نہ بدلتی ہو تو بیرونی برقی سرکٹ میں برقی رَو کو اُس وقت بدلنا چاہیے جب کوائل کے دونوں سِرّوں کے درمیان برقی دباؤ صفر ہو۔ اس طرح اگر تعدیلی منطقہ میں برقی دباؤ بدلنے کے لیے کوائل کو سلپ رنگ کی بجائے باب 562 میں مذکورہ کامو ٹیٹر (Commutator) کے ساتھ جوڑا جائے تو ارتعاشی ڈی سی حاصل ہو گی ((I 622/II))۔ اگر برقی دباؤ پیدا کرنے والے کوائلوں کی تعداد بڑھا دی جائے یعنی اگر سلنڈر نما آرمیچر (باب 563) استعمال کیا جائے تو ناہموار ارتعاشی ڈی سی کچھ ہموار ہو جاتی ہے۔ برقی دباؤ کی منحنی شکل نمبر I 622/III میں دکھائی گئی ہے۔ جتنے زیادہ کوائل استعمال کیے جائیں پیدا شدہ ڈی سی اتنی ہی زیادہ ہموار ہوتی جائے گی۔

خود برق انگیزش (The self-excitation) ۔ڈی سی جنریٹر کی ساخت بالکل ڈی سی موٹر کی طرح ہے۔ اس طرح اصولاً ہر ڈی سی موٹر ایک ڈی سی جنریٹر کے طور پر استعمال کی جاسکتی ہے۔اس کی ساخت کی تفصیلات باب نمبر 563 میں دیکھی جاسکتی ہیں۔

I 622/I-III ارتعاشی ڈی سی

ڈی سی جنریٹر میں مقناطیسی میدان حاصل کرنے کے لیے اُس کی فیلڈ وائینڈنگ میں سے برقی رَو گزارنی پڑتی ہے۔ابتداً یہ برقی رَو ایکومولیٹر سے فراہم کی جاتی تھی۔ ورنر فان سیمنز (Werner von Siemens) (1816 سے 1892 تک ایک جرمن انجینیر تھا) نے دریافت کیا کہ ڈائریکٹ وولٹیج سے ابتدائی برق انگیزی کے بعد مقناطیسی ضبط کی وجہ سے برقی مقناطیس کے پول شو میں بقیہ مقناطیسیت (باب 523) گردش کے دوران آرمیچر میں کم مقدار کا امالی وولٹیج پیدا کرنے کے لیے کافی ہوتی ہے۔اس طرح آرمیچر کے ساتھ سیریز یا پیرلل میں لگی ہوئی فیلڈ وائنڈنگ میں سے تھوڑی سی برقی رَو گزرے گی جو کہ مقناطیسی میدان کو طاقتور بنادے گی جس سے آرمیچر میں پیداشدہ امالی برقی دباؤ زیادہ ہوجائے گا جس کی وجہ سے مقناطیسی میدان زیادہ طاقتور ہوجائے گا اور پیداشدہ امالی برقی دباؤ اور بڑھ جائے گا۔اس طرح مشین خود ہی نامی برقی دباؤ پیدا کرنے لگ جائے گی۔اس عمل کو تعمیری عمل (build up) کہتے ہیں۔جب مقناطیس کا کور سیر (saturate) ہوجاتا ہے (صفحہ 125) تو امالی برقی دباؤ میں مزید اضافہ نہیں ہوتا۔سیر شدہ حالت میں مقناطیسی میدان امالی برقی دباؤ میں اضافہ کی وجہ سے مزید طاقتور نہیں ہوتا جس کی وجہ سے امالی برقی دباؤ مزید نہیں بڑھ سکتا۔

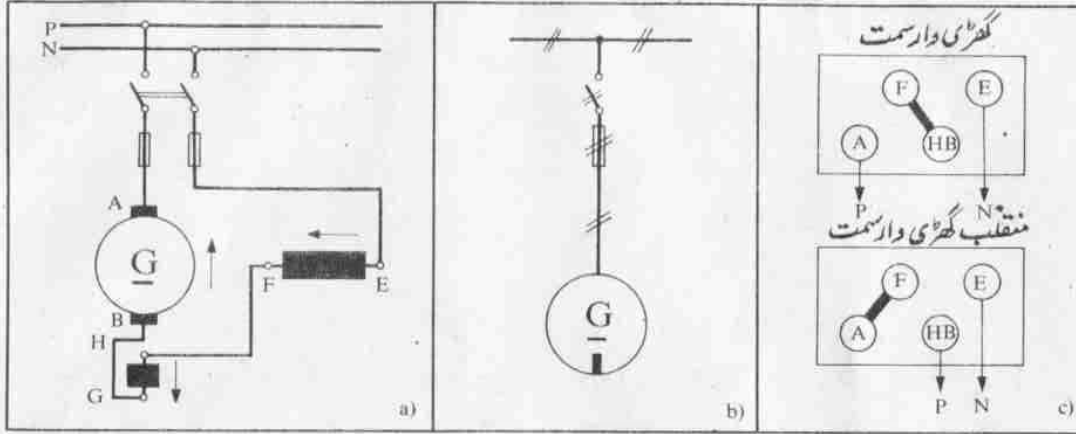
یہ عمل اصول ڈائنمو الیکٹرک (dynamo-electric principle) کہلاتا ہے۔اس اصول کی دریافت سے ہی نفع بخش مشینیں بنائی گئیں اور بجلی کا استعمال موجودہ حد تک پہنچا ہے۔

کاموٹیٹنگ پول (Commutating poles)۔ڈی سی موٹر کی طرح ڈی سی جنریٹر میں بھی آرمیچر کے ردِعمل کو ختم کرنے کے لیے کاموٹیٹنگ پول استعمال کیے جاتے ہیں (باب 565)۔اس صورت میں کاموٹیٹنگ پول کے کوائل اس طرح لگائے جاتے ہیں کہ جنریٹر کی گردش کی سمت میں مین پول کے بعد آنے والے کاموٹیٹنگ پول کی قطبیت مین پول کے مخالف ہوتی ہے۔اس طرح ایک مین شمالی پول کے بعد جنوبی کاموٹیٹنگ پول آئے گا۔

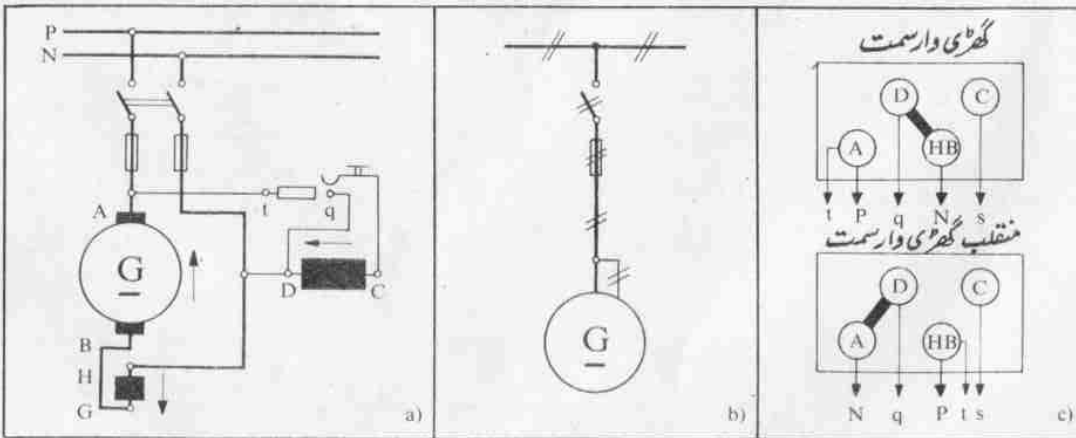
جنریٹر کی اقسام (Types of generator) : ڈی سی موٹر کی طرح ڈی سی جنریٹر کی فیلڈ وائینڈنگ بھی مختلف طریقوں سے لگائی جاسکتی ہے چنانچہ وائینڈنگ کے کنکشن کے لحاظ سے ڈی سی جنریٹر کی مندرجہ ذیل تین قسمیں ہیں :

(ا) سیریز جنریٹر۔
(ب) شنٹ جنریٹر۔
(ج) کمپاؤنڈ جنریٹر۔

ا - سیریز جنریٹر (The series-wound generator)

سیریز جنریٹر کے کنکشن (Connections of the series-wound ganerator) VDE 0570 کے مطابق فیلڈ وائینڈنگ میں برقی رَو حروف کی ترتیب کی سمت میں بہنی چاہیے۔ اگر گردش گھڑی وار سمت میں ہو تو آرمیچر میں برقی رَو کی سمت 'B' سے 'A' کی طرف ہوگی۔ جبکہ منقلب گھڑی وار گردش کی صورت میں برقی رَو کی سمت 'A' سے 'B' کی طرف ہوگی۔ گردش کی سمت قوتِ عمل یا ڈرائیو (drive) والی طرف سے دیکھی جاتی ہے۔ سیریز جنریٹر کی فیلڈ وائینڈنگ میں سے صرف اُس وقت برقی رَو گزرتی ہے جب اسے بیرونی برقی سرکٹ سے لگایا جاتا ہے۔

I 622/IV a–c سیریز جنریٹر کے کنکشن (a) مکمل (b) تصویری خاکہ (c) ٹرمینل بورڈ

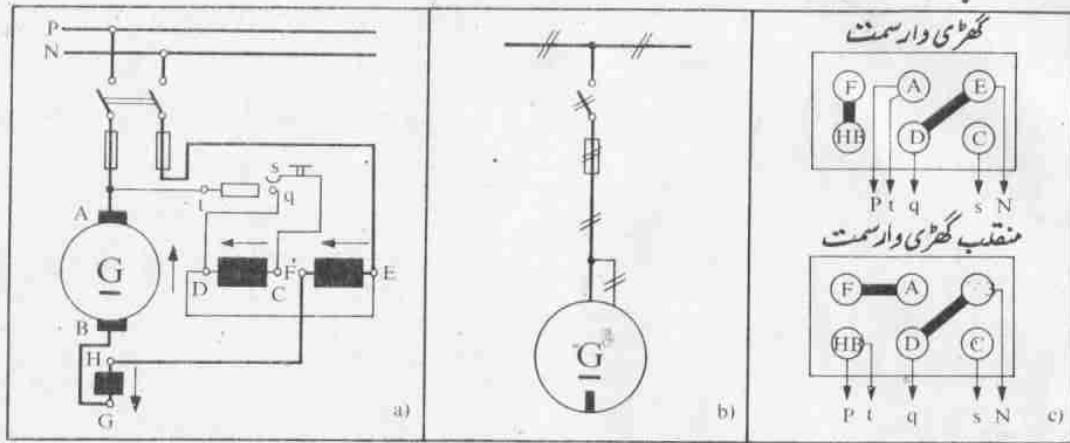
استعمال: برقی سرکٹ میں زیادہ لوڈ ہونے کی وجہ سے میدان کی برقی انگیزش بڑھ جاتی ہے۔ مشین کے ٹرمینل پر زیادہ برقی دباؤ دستیاب ہوتا ہے۔ لوڈ میں تبدیلی ہونے کی وجہ سے پیدا شدہ برقی دباؤ کی مقدار بھی بدلتی رہتی ہے۔ سیریز جنریٹر کو صرف یکساں لوڈ کیلیے استعمال کیا جاتا ہے۔

ب - شنٹ جنریٹر (The shunt-wound generator)

I622/V a–c شنٹ جنریٹر کے کنکشن (a) مکمل (b) تصویری خاکہ (c) ٹرمینل بورڈ

گردش اور برقی رَو کی سمت (Direction of rotation & current) - اگر آرمیچر کے کنکشن تبدیل کیے بغیر فیلڈ وائینڈنگ کے کنکشن اُلٹ دینے جائیں جیسا کہ اوپر دکھایا گیا ہے تو فیلڈ وائینڈنگ کو ابتدا میں ہی ڈائرکیٹ وولٹیج دینے پڑیں گے۔

عملی خصوصیات (Operational characteristics) جنریٹر میں پُورا برقی دباؤ اُس وقت پیدا ہوتا ہے جب بیرونی سرکٹ کھُلا ہو۔ فیلڈ ریگولیٹر (s - t - q) کی مدد سے برقی دباؤ میں کافی حد تک کمی بیشی کی جاسکتی ہے اور اس طرح لوڈ کی تبدیلی کی وجہ سے وولٹیج ڈراپ (Voltage drop) کو متوازن کیا جاسکتا ہے۔ ٹرمینل 'q' شارٹ سرکٹ کرنے والے ٹرمینل کے طور پر اس طرح عمل کرتا ہے کہ سوئچ آف کرنے کے دوران پیدا ہونے والا بہت زیادہ مقدار کا خود امالی برقی دباؤ شنٹ وائینڈنگ کے شارٹ سرکٹ ہونے کی وجہ سے وائینڈنگ کی مزاحمت میں صرف ہو جاتا ہے۔

استعمال : شنٹ جنریٹر سب سے زیادہ استعمال ہونے والا ڈی سی جنریٹر ہے۔ اے سی جنریٹر کی برق انگیزی کے لیے شنٹ جنریٹر کثرت سے استعمال کیا جاتا ہے۔

ج ۔ کمپاؤنڈ جنریٹر (The compound-wound generator)

I 622/VI a–c کمپاؤنڈ جنریٹر کے کنکشن (a) مکمل (b) تصویری خاکہ (c) ٹرمینل بورڈ

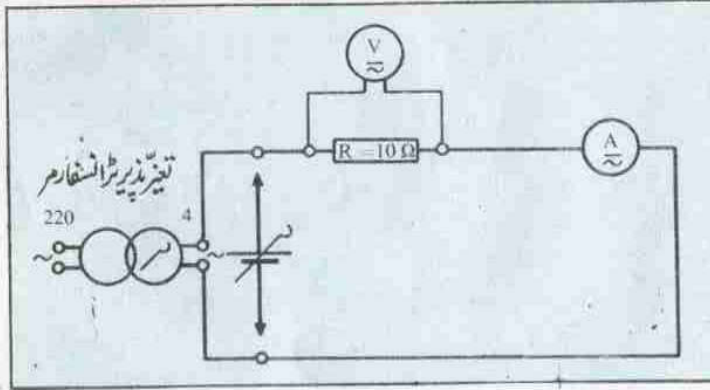
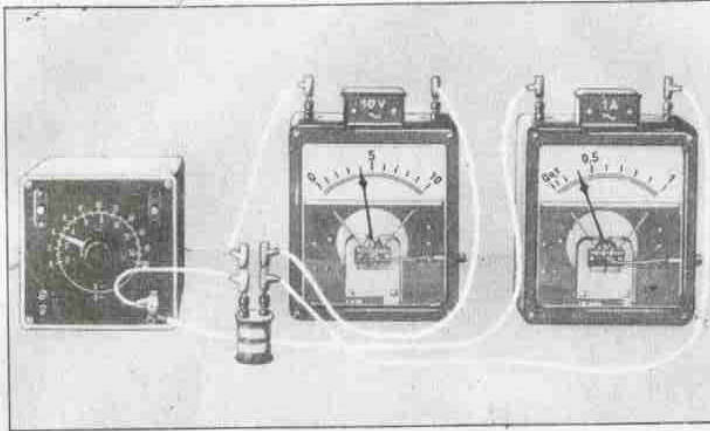
گردش کی سمت (Direction of rotation) ۔ گردش اور برقی رَو کی سمت اِس صورت میں بھی وہی ہے جو سیریز جنریٹر یا شنٹ جنریٹر میں ہے (صفحہ 168)۔

عملی خصوصیات (Operational characteristics) ۔ اضافی سیریز وائینڈنگ لوڈ بڑھنے کی وجہ سے آرمیچر کے وولٹیج ڈراپ کے اضافہ کو سیریز وائینڈنگ میں برق انگیزش (excitation) کے اضافہ کی وجہ سے متوازن کر دیتی ہے اور اس طرح لوڈ کی تبدیلیوں کے باوجود برقی دباؤ یکساں ہوتا ہے۔

استعمال : یکساں برقی دباؤ کی وجہ سے کمپاؤنڈ جنریٹر مرکزی پاور پلانٹ میں کثرت سے استعمال ہوتے ہیں۔ مثلاً رولنگ مل اور دھات کاری کے پلانٹ میں جہاں جنریٹر پر زیادہ مقدار کا لوڈ وقفوں کے ساتھ پڑتا ہے۔

623 **سوالات :** (1) جنریٹر سے کیا مراد ہے؟ (2) آجکل زیادہ تر روٹر پر اُبھرے ہوئے پول والی مشینیں کیوں استعمال ہوتی ہیں؟ (3) اے سی جنریٹر کے برقی دباؤ کو کس طرح کنٹرول کیا جاسکتا ہے؟ (4) زیادہ رفتار والے جنریٹر اور کم رفتار والے جنریٹر میں کیسے تمیز کی جاسکتی ہے؟ (5) ڈی سی جنریٹر کے آرمیچر میں کیسا برقی دباؤ پیدا ہوتا ہے؟ (6) ورنر فان سیمنز کا اصول ڈائنمو الیکٹرک واضح کریں۔ (7) شنٹ جنریٹر کے کیا فوائد ہیں؟

63 آلٹرنیٹنگ کرنٹ کی مزاحمتیں (The AC resistances)

631 اے سی میں اومی مزاحمت (The ohmic resistance in AC)

تجربہ:

4 وولٹ کے ڈائرکیٹ وولٹیج ایک مزاحم کے ساتھ لگائیں اور سرکٹ میں برقی رُو اور برقی دباؤ کی پیمائش کریں۔ دوسری صورت میں ایک تغیر پذیر ٹرانسفارمر کی مدد سے مزاحم کو اِسی قیمت کے آلٹرنیٹنگ وولٹیج فراہم کریں۔ وولٹ میٹر اور ایم میٹر کی پیمائشی حد یا رینج (measuring range) کو بھی اے سی پر رکھیں۔

E 631/I اے سی اور ڈی سی سرکٹ میں اومی مزاحمت

مشاہدات کو مندرجہ ذیل جدول میں درج کریں:

برقی رُو کی قسم	برقی دباؤ 'V'	برقی رُو 'I'	مزاحمت $R = \frac{V}{I}$
ڈی سی	4 وولٹ	0.4 ایمپیر	10 اوم
اے سی	4 وولٹ	0.4 ایمپیر	10 اوم

قانون | خالص اومی مزاحمت ڈی سی اور اے سی دونوں کے لیے یکساں رہتی ہے۔

مؤثر قیمتوں کی مدد سے تحسیب (Calculation with effective values) : اگر پیمائشی آلات پر ظاہر کی گئی مؤثر قیمتوں کو استعمال کریں تو اے سی میں بھی اومی مزاحمتوں کا حساب انہیں قوانین اور کلیات کے تحت رکھا جاسکتا ہے جو کہ ڈی سی میں استعمال ہوتے ہیں۔

مثال : 220 وولٹ کے 100 واٹ والے بلب کی 220 وولٹ اے سی پر مزاحمت معلوم کریں۔ بلب میں سے کتنی برقی رَو گزرتی ہے ؟

معلوم : $V=220V$ $\quad P=100W$

مطلوب : $I=?$ $\quad R=?$

حل : $P=V\times I$

$$I=\frac{P}{V}=\frac{100}{220}=0.454\ A$$

$$R=\frac{V}{I}=\frac{220}{0.454}=484\ \Omega$$

جواب : برقی بلب کی مزاحمت 484 اوم ہے اور اس میں سے 0.454 ایمپیر کرنٹ گزرتی ہے۔

632 اے سی میں کوائل

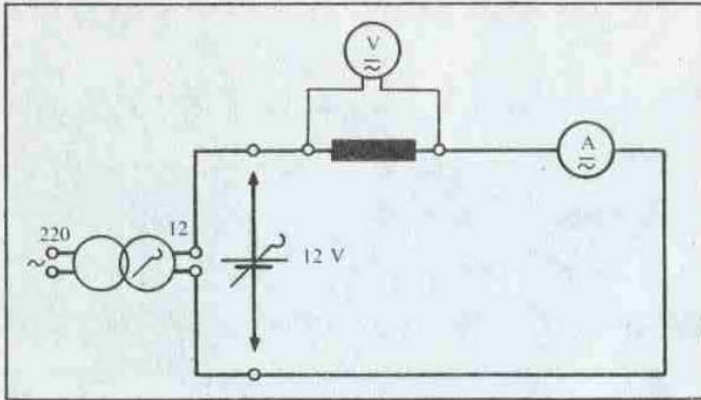
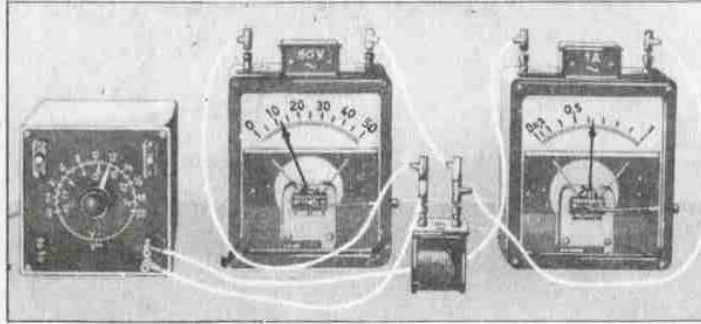
(The coil in AC)

تجربہ :

تجربہ E 632/I میں پیمائش کی آسانی کے لیے برقی دباؤ 12 وولٹ رکھیں۔ پیمائش کی گئی مقداروں کو جدول میں درج کریں۔

نتیجہ :

1 ۔ کوائل کی ڈی سی مزاحمت کم ہے۔
2 ۔ کوائل کی اے سی مزاحمت زیادہ ہے۔
3 ۔ کوائل کی امالیت زیادہ ہونے سے (باب 55) اے سی مزاحمت بڑھتی ہے۔

E 632/I اے سی میں کوائل

نمبر شمار	برقی رَو کی قسم	علامت	کوائل کی قسم 'N' = چکروں کی تعداد	برقی دباؤ 'V'	برقی رَو 'I'	مزاحمت $R=\frac{V}{I}$
1	ڈی سی	—	'N' 1200 ہے۔	12 وولٹ	1.2 ایمپیر	10 اوم
2	اے سی	~	'N' 1200 ہے اور کوائل آئرن کور کے بغیر ہے	12 وولٹ	0.64 ایمپیر	18.8 اوم
3	اے سی	~	'N' 1200 ہے اور کوائل میں کور موجود ہے۔	12 وولٹ	0.18 ایمپیر	66.7 اوم

مؤثر مزاحمت: کوائل کی ڈی سی مزاحمت 'R' لپیٹے ہوئے تار کی اومی مزاحمت کے برابر ہوتی ہے جب کوائل میں سے برقی رَو گزرتی ہے تو اس میں حرارت پیدا ہوتی ہے۔ اس طرح ہر دوسری مزاحمت کی طرح یہ بھی حراری اثر ظاہر کرتا ہے۔ اس مزاحمت کو کوائل کی مؤثر مزاحمت کہتے ہیں۔

مقاومت یا امپی ڈینس (Apparent resistance or impedance)۔ اے سی میں ایک اضافی مزاحمت بھی اثر انداز ہوتی ہے جیسا کہ جدول میں درج شدہ پیمائشوں سے ظاہر ہے۔ اے سی کی وجہ سے کوائل میں تبدیل ہونے والا مقناطیسی میدان پیدا ہو جاتا ہے۔ مقناطیسی میدان میں تبدیلی کی وجہ سے کوائل میں ایک خود امالی برقی دباؤ پیدا ہو جاتا ہے اور کلیہ لینز کی رُو سے اس کی سمت اطلاقی برقی دباؤ کی سمت کے اُلٹ ہوگی اور اس طرح اطلاقی برقی دباؤ جزوی طور پر تعدیل ہو جاتا ہے اور اس کا بہت تھوڑا حصّہ اثر انداز ہوگا۔ نتیجتاً کوائل میں برقی رَو کا بہاؤ کم ہو جاتا ہے۔ جتنا زیادہ امالی برقی دباؤ پیدا ہوگا اطلاقی برقی دباؤ اُتنا ہی کم اثر انداز ہوگا اور اتنی ہی کم برقی رَو اس میں سے گزرے گی۔ چونکہ خود امالی برقی دباؤ کوائل کی امالیت پر منحصر ہوتا ہے اس لیے کوائل میں سے گزرنے والی برقی رَو کی مقدار کوائل کی امالیت پر منحصر ہوتی ہے۔ امالیت بڑھانے سے ایم میٹر کی سُوئی کا انحراف بھی کم ہو جاتا ہے۔ اگر کلیۂ اوم کو مدِنظر رکھتے ہوئے اِن حقائق کا جائزہ لیا جائے تو معلوم ہوگا کہ کوائل کی مزاحمت بہت زیادہ ہو گئی ہے حالانکہ صرف اثر انداز برقی دباؤ میں کمی واقع ہوئی ہے۔ کوائل کی ظاہری مزاحمت (جو کہ 'Z' سے ظاہر کی جاتی ہے اور جسے مقاومت کہتے ہیں) میں کوائل کی مؤثر مزاحمت امالیت کی مزاحمت کے طور پر شامل ہے۔

تعاملیت یا رِی ایکٹینس (The reactance)۔ امالیت پر منحصر مزاحمت کو تعاملیت (reactance) یا کوائل کی امالیتی تعاملیت کہتے ہیں اور اسے 'X_L' کے طور پر ظاہر کیا جاتا ہے۔

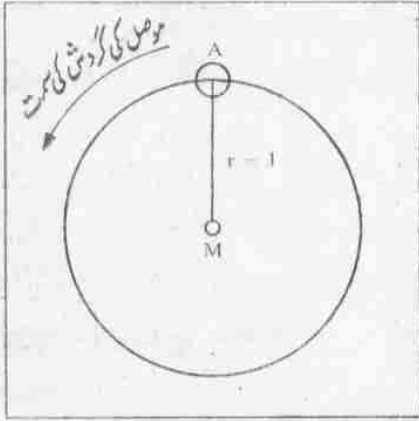
فریکوینسی کا اثر (Influence of the frequency)۔ اگر تجربہ نمبر E 632/1 میں فریکوینسی کو دُگنا کر دیا جائے (100 ہرٹز) تو امالیتی تعاملیت بھی دُگنی ہو جائے گی۔

قانون	امالیتی تعاملیت 'X_L' امالیت 'L' اور فریکوینسی 'f' میں اضافہ کے ساتھ بڑھتی ہے۔

زاویائی فریکوینسی (The angular frequency)۔ باب 612 میں اے سی کی فریکوینسی کو موصل کے محیط پر حرکت کے طور پر ظاہر کیا گیا تھا۔ اگر موصل 'A' (صفحہ 173) ایک ایسے معیاری دائرہ کے محیط پر گردش کرے جس کا نصف قطر 1 ہو تو 360 درجہ کے ایک مکمل چکّر کے دوران موصل '2π' کے برابر فاصلہ طے کرے گا۔ 1 چکّر فی سیکنڈ، ایک سائیکل فی سیکنڈ یا 1 ہرٹز کے مترادف ہے۔ اس طرح اگر دو چکّر فی سیکنڈ کی رفتار سے موصل دوگنا فاصلہ ($C = 2\pi \times 2$) طے کرے گا تو یہ فاصلہ 2 ہرٹز کی فریکوینسی کے مترادف ہے۔ اگر فریکوینسی 'f' ہو تو ایک سیکنڈ میں طے کردہ فاصلہ '$2\pi f$' ہوگا۔

ایک سیکنڈ میں طے کردہ فاصلہ زاویائی فریکوینسی (angular frequency) کہلاتا ہے اور اسے یونانی حرف 'ω' (اومیگا) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ اس طرح

$$\omega = 2\pi \times f$$

ایک سائیکل فی سیکنڈ '2π' یعنی 6.28 کی زاویائی فریکوینسی 'ω' کے مترادف ہے۔

مثال: پاکستان میں استعمال ہونے والی لائٹ فریکوینسی کی زاویائی فریکوینسی کیا ہوگی؟

معلوم : $f=50\ Hz$

مطلوب : $\omega=?$

حل : $\omega=2\pi\times f$

$=2\times3.14\times50=314$

جواب: زاویائی فریکوینسی 314 کے برابر ہے۔

I 632/I زاویائی فریکوینسی کی وضاحت

امالیتی تعاملیت معلوم کرنا (Calculation of inductive reactance)

اے سی کی زاویائی فریکوینسی کے مطابق امالیتی تعاملیت معلوم کی جاتی ہے۔ امالیتی تعاملیت 'X_L' کے فارمولے سے

$$X_L=2\pi\times f\times L$$

اگر امالیت 'L' ہنری میں اور فریکوینسی 'f' ہرٹز میں ہو تو امالیتی تعاملیت 'X_L' اوم میں ہوگی۔

مثال 1: 20 ملی ہنری کے ایک کوائل کو 50 ہرٹز کی لائٹ فریکوینسی پر لگایا گیا ہے۔ کوائل کی امالیتی تعاملیت معلوم کریں۔

معلوم : $f=50\ Hz$ $\quad L=20\ mH=0.02\ H$

مطلوب : $X_L=?$

حل : $X_L=2\pi fL$

$=6.28\times50\times0.02=314\times0.02=6.28\ \Omega$

جواب: کوائل کی امالیتی تعاملیت 6.28 اوم ہے۔

مثال 2: 40 مائیکرو ہنری کا کوائل ایک نامعلوم فریکوینسی پر 0.1256 کی امالیتی تعاملیت ظاہر کرتا ہے۔ فریکوینسی معلوم کریں۔

معلوم : $L=40\ \mu H=0.00004\ H$ $\quad X_L=0.1256\Omega$

مطلوب : $f=?$

حل : $X_L=2\pi\times f\times L$

اطراف کو '$2\pi L$' سے تقسیم کرنے سے

$$\frac{X_L}{2\pi L}=f$$

$$f=\frac{X_L}{2\pi L}=\frac{0.1256}{6.28\times0.000{,}04}=500Hz$$

جواب: نامعلوم فریکوینسی 500 ہرٹز کے برابر ہے۔

مثال 3: 50 ہرٹز کی فریکوینسی پر ایک کوائل کی امالیتی تعاملیت 2000 اوم ہے۔ کوائل کی امالیت معلوم کریں۔

معلوم : $X_L=2{,}000\Omega$ $\quad f=50\ Hz$

مطلوب : $L=?$

حل : $X_L=2\pi f\times L$

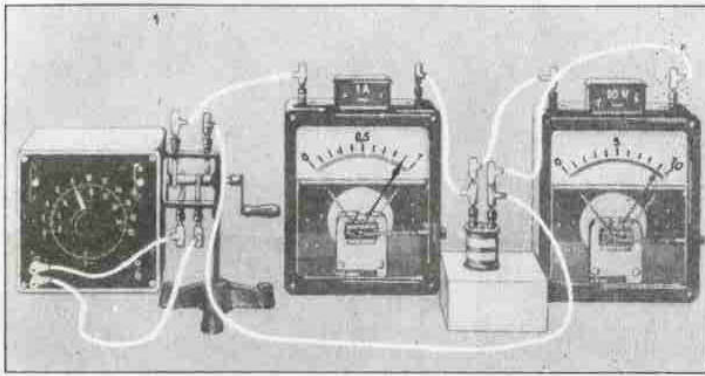
اطراف کو '$2\pi f$' سے تقسیم کرنے سے

$$\frac{X_L}{2\pi f}=L$$

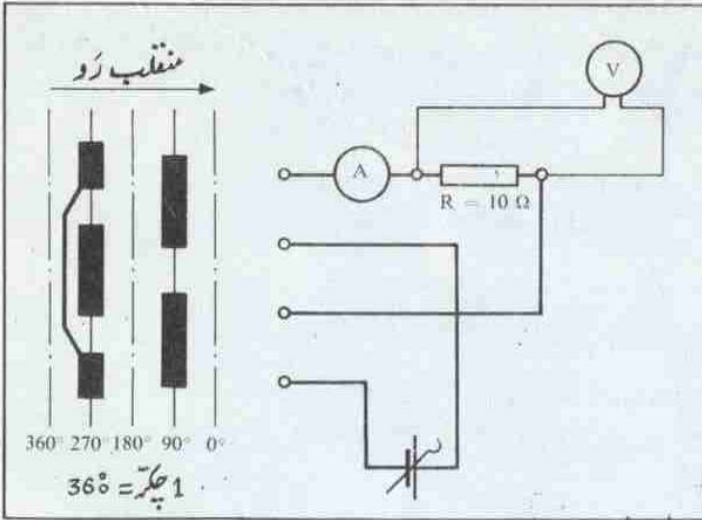
$$L=\frac{X_L}{2\pi f}=\frac{2000}{3.14\times100}=6.37H$$

جواب: کوائل کی امالیت 6.37 ہنری ہے۔

چوک (Chokes)۔ اگر اے سی سرکٹ میں برقی رَو کو اومی مزاحمت سے کم کیا جائے تو طاقت 'P' کا بہت زیادہ ضیاع 'I^2R' ہوتا ہے۔ اگر مزاحمت کی جگہ زیادہ امالیت (آئرن کور والا) کا کوائل استعمال کیا جائے تو پیدا شدہ امالی برقی دباؤ کی وجہ سے اطلاقی برقی دباؤ میں کمی آجاتی ہے اور برقی رَو کم ہو جاتی ہے۔ اگر کوائل کی مؤثر مزاحمت کم ہو تو اس طرح طاقت کا ضیاع بہت کم ہو گا۔ تغیر پذیر ہوائی شگاف کی مدد سے امالیت کی مقدار کم یا زیادہ کی جاسکتی ہے۔ اگر ہوائی شگاف زیادہ بڑا ہو تو امالیت کم ہو گی۔ علاوہ ازیں ہوائی شگاف کی وجہ سے کوائل سیر نہیں ہوتا (صفحہ 125) اور جیبی منحنی یا سائن کرو (sine curve) مسخ نہیں ہوتا۔ چوک کو تابشی ٹیوب (خلاوالی ٹیوب) اور راست گر یونٹ یا ریکٹی فائر یونٹ میں سلسلہ وار مزاحمت کے طور پر استعمال کرتے ہیں۔

6321 تفاوتِ فیز (Phase 4-difference)

4 وولٹ کی ڈی سی سپلائی مقلبِ رَو پر لگائیں۔ علاوہ ازیں اس کے ساتھ ایک 110 اوم کی قائم مزاحمت لگائیں اور سرکٹ میں وولٹ میٹر اور ایم میٹر بھی لگائیں۔

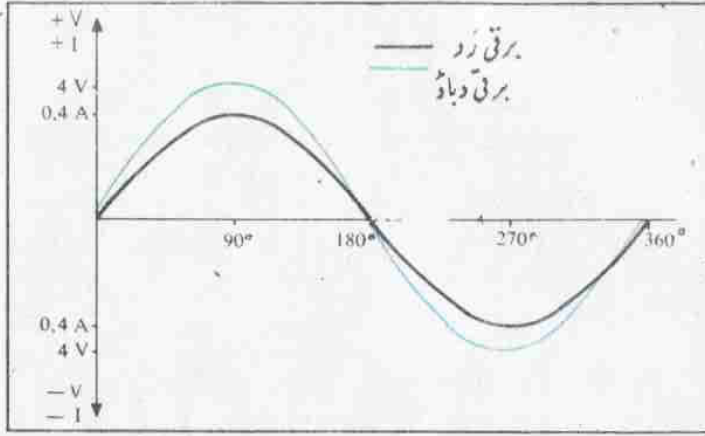
پیمائشی آلات کی سوئیاں سکیل کے درمیان میں لے آئیں تاکہ یہ دونوں طرف گھوم سکیں۔

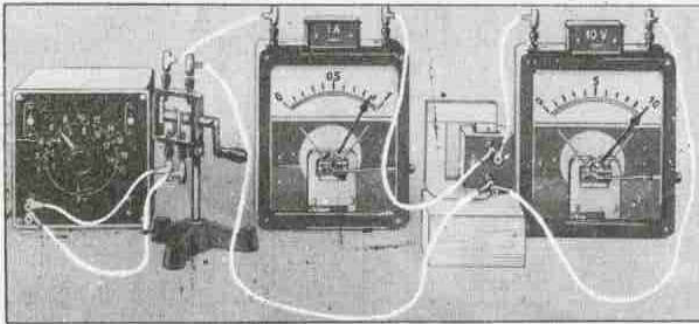
مقلّبِ رَو کی مدد سے سمت میں تبدیلی (Change of direction with pole reverser)

مقلّبِ رَو کی مدد سے برقی رَو کی سمت بدلی جاسکتی ہے مقلّبِ رَو کے دستے کو ایک دفعہ فی سیکنڈ کے حساب سے بدلیں تاکہ اس طرح 1 ہرٹز کی فریکوئنسی پیدا ہو سکے اس فریکوئنسی پر میٹروں کی سوئیوں کے انحراف کا مشاہدہ آسانی سے کیا جاسکتا ہے۔ مقلّبِ رَو کا ایک مکمل چکر 360° کے مترادف ہو گا۔ صفر درجہ یعنی دستے کی ابتدائی

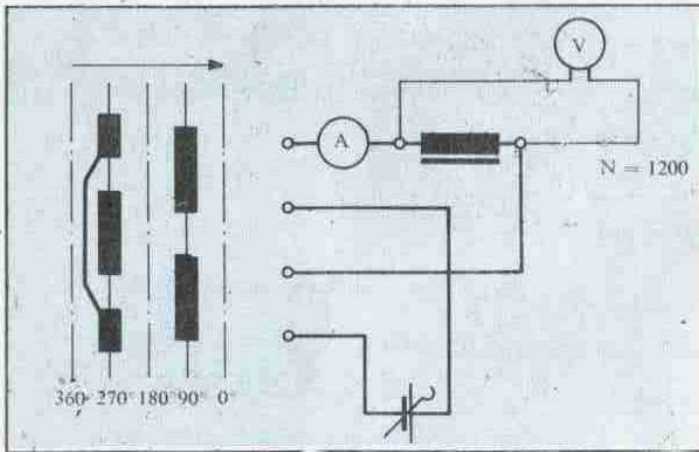
E 6321/I اومی مزاحمت میں فیز کا فرق

حالت میں مزاحمت پر برقی دباؤ صفر ہو گا۔ ایک چوتھائی چکر کے بعد (90°) اس پر پورا برقی دباؤ پڑے گا اور آدھے چکر (180°) پر برقی دباؤ صفر ہو گا۔ تین چوتھائی چکر (270°) پر مزاحمت پر پورا برقی دباؤ ہو گا لیکن اس کی سمت مخالف ہے اور ایک چکر مکمل (360°) ہونے پر صفر ہو جائے گا۔

اومی مزاحمت میں برقی رَو اور برقی دباؤ کا طریق کار (Course of the current and voltage in ohmic resistance)

I 6321/I اومی مزاحمت میں فیز کی حالت

دونوں آلات کی سوئیوں کا مشاہدہ ظاہر کرتا ہے کہ دونوں آلات میں انتہائی قیمتیں ایک ہی وقت میں واقع ہوتی ہیں اور ایک ہی وقت میں صفر میں سے گزرتی ہیں اور پھر مخالف سمت میں انتہائی انصراف بھی ایک ہی وقت میں واضح ہوتا ہے۔ مقلب رَو کی گردش کے مطابق ایک خاص وقت میں برقی دباؤ 'V' اور برقی رَو 'I' سے متعلقہ فیز سامنے دی ہوئی شکل میں دکھایا گیا ہے۔

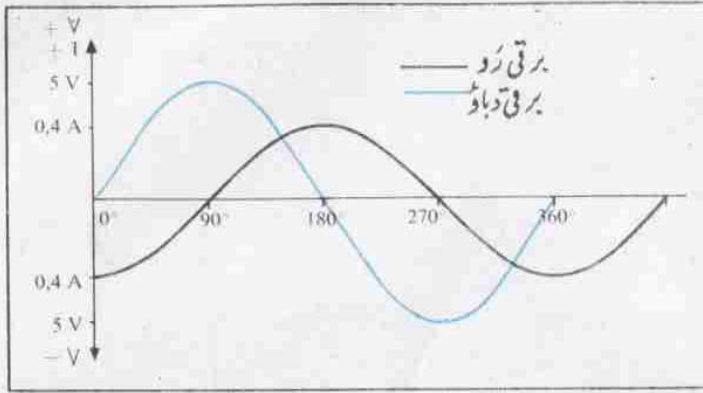
قانون اے سی کی صورت میں خالص اومی مزاحمت میں برقی رَو اور برقی دباؤ کی مختلف قیمتیں ایک ہی وقت میں واقع ہوتی ہیں یعنی وہ ہم فیز ہوتی ہیں۔

قائم مزاحمت کی بجائے ٹھوس لوہے کے کور والا 1200 چکروں کا کوائل استعمال کریں۔ مناسب مشاہدہ کے لیے 5 وولٹ کی سپلائی استعمال کریں۔

V 6321/II کوائل میں فیز کی حالت

اب پیمائشی آلات کی سوئیوں کا دوبارہ مشاہدہ کریں۔ مقلب رَو کو گردش دینے پر معلوم ہوگا کہ وولٹ میٹر کی سوئی فوری طور پر انتہائی انصراف کرے گی۔ جب کہ ایم میٹر کی سوئی کا انصراف صفر ہے جب وولٹ میٹر کی سوئی کا انصراف صفر ہوگا تو ایم میٹر کی سوئی انتہائی انصراف ظاہر کرے گی۔

اس سے ظاہر ہے کہ:

قانون | اے سی سرکٹ میں امالیتی تعاملیت کی وجہ سے برقی رَو برقی دباؤ سے پیچھے رہ جاتی ہے۔

امالیتی تعاملیت کے لیے برقی رَو اور برقی دباؤ کی منحنی (Current and voltage curves for the inductive reactance)

اگر 5 وولٹ کی انتہائی قیمت تک پہنچنے والے اس برقی دباؤ کی قیمتوں کو ریکارڈ کیا جائے تو منحنی کی وہی شکل حاصل ہوگی جو کہ پچھلی صورت میں تھی۔

I 6321 /II امالیتی تعاملیت میں فیز کا تفاوت

چونکہ برقی رَو، برقی دباؤ کے بعد صفر کے برابر ہوتی ہے اس لیے برقی رَو کی منحنی کا آغاز دائیں طرف کو منتقل ہو جائے گا۔ مقلب رَو کا دستہ بھی اسی دوران میں کچھ آگے چلا جائے گا یعنی 90 درجہ تک پہنچ جائے گا۔ اس لیے برقی رَو کی منحنی کا آغاز (برقی رَو = صفر) 90 درجہ سے ہوگا اور اس کی انتہائی قیمت بھی بعد میں (90 درجہ) واقع ہوگی۔ دونوں منحنیوں سے ظاہر ہے کہ برقی رَو اور برقی دباؤ کے درمیان 90 درجہ کا فرق ہے۔

قانون | خالص امالیتی تعاملیت پر مشتمل اے سی سرکٹ کی صورت میں فیز کا تفاوت 90 درجہ ہوتا ہے اور نتیجتاً برقی رَو، برقی دباؤ سے پیچھے رہتی ہے۔

اگر تجربہ E 6321/II میں آئرن کور سے یوک ہٹالیں تو اس طرح مؤثر مزاحمت وہی رہے گی لیکن امالیتی تعاملیت کم ہو جائے گی اور ایم میٹر کی سُوئی سے ظاہر کردہ برقی رَو کی تعقیب (lagging) کم ہو جائے گی۔ اگر سارے کے سارے آئرن کور کو ہٹا لیا جائے تو یہ تقریباً صفر ہو جاتی ہے۔ آئرن کور نکال لینے سے امالیتی تعاملیت کم ہو جاتی ہے جبکہ مؤثر مزاحمت وہی رہتی ہے یعنی امالیتی تعاملیت اور مؤثر مزاحمت کی آپس میں نسبت کم ہو جاتی ہے اور اس طرح فیز کا تفاوت بھی کم ہو جاتا ہے۔

قانون | فیز کا تفاوت امالیتی تعاملیت اور مؤثر مزاحمت کی آپس میں نسبت پر منحصر ہوتا ہے۔

اگر کوائل کی تعاملیت اور مؤثر مزاحمت کی قیمت ایک دوسرے سے قریب تر ہوتی جائے تو فیز کا تفاوت کم ہوتا جائے گا۔ حتیٰ کہ یہ صفر کے برابر ہو جائے گا (I 6321/I) اور اس طرح برقی رَو اور برقی دباؤ ہم فیز ہوں گے۔ لہٰذا فیز کا تفاوت صفر سے 90 درجہ تک کوئی بھی قیمت اختیار کر سکتا ہے۔ چونکہ ہر کوائل کی امالیتی تعاملیت کے علاوہ ہمیشہ مؤثر مزاحمت بھی ہوتی ہے اس لیے فیز کا تفاوت ہمیشہ 90 درجہ سے کم ہوتا ہے۔

زاویۂ فیز کی قیمت (Magnitude of phase angle) - فیز کے تفاوت کے زاویہ کو یونانی لفظ 'φ' (فائی) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

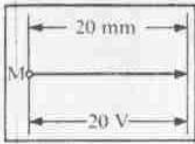
اِس زاویہ کی مندرجہ ذیل مختلف قیمتیں ہو سکتی ہیں :

1 - خالص اومی مزاحمت کے لیے $\varphi = 0°$

2 - مؤثر مزاحمت والے کوائل کے لیے $\varphi = 0°$ سے $90°$

3 - بغیر مؤثر مزاحمت والے کوائل کے لیے $\varphi = 90°$

6322 کوائل کی مزاحمتی قیمتیں معلوم کرنا (Calculation of the resistance values of a coil)

برقی رَو اور برقی دباؤ کی قیمت کو سمتی مقداروں (vectors) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ ان کی لمبائی برقی رَو اور برقی دباؤ کی قیمت کے متناسب ہوتی ہے۔

مثال 1 : 20 وولٹ کو سمتی مقدار کے طور پر ظاہر کرنا مقصود ہے۔ اگر 1 وولٹ = 1 ملی میٹر کی سکیل چُنی جائے تو 20 وولٹ 20 ملی میٹر کے متناسب ہوں گے۔

I 6322/I مثال نمبر 1 کے لیے سکیچ

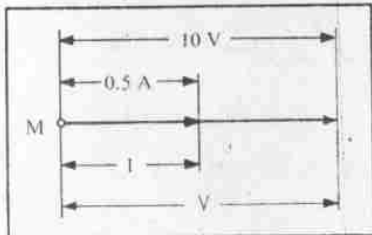
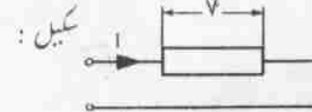
اگر سمتی مقدار کو نقطہ 'M' پر منقلب گھڑی وار سمت میں گھمایا جائے (سمت کا تعین پہلے ہی کیا جا چکا ہے) تو تیر کے راستے ($C = \pi d$) کو خطِ مستقیم کے طور پر ظاہر کرنے سے باب 612 میں دکھائی گئی اے سی کی منحنی حاصل ہو سکتی ہے۔

خالص اومی مزاحمت کے لیے سمتی شکل (Vector diagram in case of purely ohmic resistance)

خالص اومی مزاحمت کے سرکٹ میں برقی رَو اور برقی دباؤ اپنی صفر اور انتہائی قیمت بیک وقت حاصل کرتے ہیں۔ اس لیے برقی دباؤ اور برقی رَو کو دو ایسی سمتی مقداروں سے ظاہر کیا جا سکتا ہے جن کی سمت ایک ہی ہو۔

مثال 2 : معلوم : V=10 V

I=0.5 A

سکیل : 0.1A=3 mm

1 V=3 mm

اگر دونوں سمتی لائنوں کو بیک وقت منقلب گھڑی وار سمت میں گھمایا جائے تو تیر کے راستے کو خطِ مستقیم کے طور پر ظاہر کرنے سے معلوم ہوگا کہ برقی رَو اور برقی دباؤ کی منحنیاں ہم فیز (inphase) ہیں۔

I 6322/II مثال نمبر 2 کے لیے سکیچ

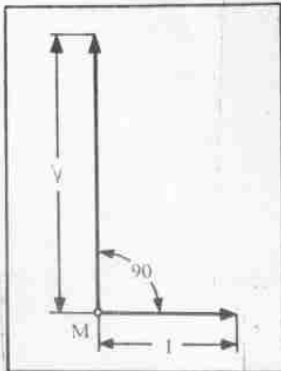
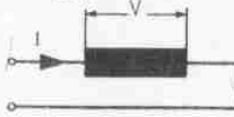
خالص امالیتی تعاملیت کے لیے سمتی شکل (Vector diagram in case of pure inductive reactance)

خالص امالیتی تعاملیت کی صورت میں برقی دباؤ برقی رَو سے 90 درجہ آگے ہوتا ہے۔ اس طرح برقی دباؤ کی سمتی لائن برقی رَو کی سمتی لائن سے 90 درجے پہلے آتی ہے۔ یہ برقی رَو کی سمتی لائن کے ساتھ 90 درجہ کا زاویہ بناتی ہے۔

مثال 3 : معلوم : V=10 V

I=0.5 A

سکیل : 1 V=3 mm

0.1 A=3 mm

I 6322/III مثال نمبر 3 کے لیے سکیچ

کوائل ظاہری مزاحمت کے لیے سمتی شکل [Vector diagram in case of a coil (apparent resistance)]

کوائل میں مؤثر مزاحمت اور امالیتی تعاملیت دونوں موجود ہوتی ہیں۔ مؤثر مزاحمت پر وولٹیج ڈراپ 'V_R' اور امالیتی تعاملیت پر وولٹیج ڈراپ 'V_L' ہے۔ 'V_R' اور برقی رَو 'I' ہم فیز ہیں جبکہ 'V_L' اس سے 90 درجے آگے ہے۔

مثال 4: معلوم : I = 0.5 A

$V_R = 8V$

$V_L = 16V$

سکیل : 0.1 A = 2 mm

1V = 2 mm

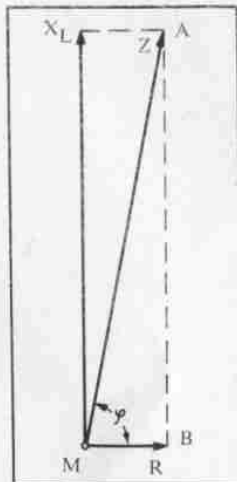
مثال نمبر 4 کے لیے سکیچ I 6322/IV

دونوں مزاحمتیں مجموعی طور پر ظاہری مزاحمت کے برابر ہیں اور ان پر برقی دباؤ کا ڈراپ 'V' ہے۔ ایسی متوازی الاضلاع جس کے اضلاع 'V_L' اور 'V_R' ہوں کا وتر 'V' کو ظاہر کرے گا۔ برقی دباؤ کلیۂ اوم کی مدد سے برقی رَو اور مزاحمت سے معلوم کیا جاسکتا ہے۔

$V_R = I \times R$ $\quad V_L = I \times X_L$ $\quad V = I \times Z$

پیمائش کے ذریعہ 'V' کی قیمت معلوم کی جاسکتی ہے۔ وتر کی لمبائی 36 ملی میٹر ہے جو کہ سکیل کے مطابق 18 وولٹ کے برابر ہے۔ پس ظاہری برقی دباؤ 18 وولٹ کے برابر ہے۔

کوائل کا زاویۂ فیز (phase angle) برقی دباؤ 'V_R' یا برقی رَو 'I' اور ظاہری برقی دباؤ 'V' کا درمیانی زاویہ ہوگا۔ زاویہ فیز پروٹریکٹر کی مدد سے ناپا جاسکتا ہے اور مذکورہ مثال میں یہ زاویہ (φ) 65 درجے کے برابر ہے۔

کوائل کی اے سی مزاحمت کی سمتی شکل (Vector diagram for the AC resistance of a coil)

برقی دباؤ 'V'، 'V_L' اور V_R متعلقہ مزاحمتوں پر وولٹیج ڈراپ کے برابر ہیں اور اس طرح مزاحمتوں کے متناسب ہیں۔ اس طرح اگر یکساں سکیل چُنی جائے تو مزاحمتوں کے لیے بھی اسی طرح سمتی مقداریں استعمال کی جاسکتی ہیں۔

مثال 5: معلوم : R = 10 Ω

$X_L = 50\ \Omega$

سکیل : 1Ω = 1 mm

اس طرح 'Z' 51 ملی میٹر کے متناسب ہے۔

$Z = 51\ \Omega$

$\varphi = 78.5$

اس طریقہ سے زاویۂ فیز اور مزاحمت گراف کی مدد سے آسانی سے معلوم کرسکتے ہیں۔

مثال نمبر 5 کے لیے سکیچ I 6322/V

حسابی طریقہ سے اے سی مزاحمتیں معلوم کرنا : تکون MAB (شکل 16322/V) کی مدد سے اے سی مزاحمتوں کی قیمتیں معلوم کی جاسکتی ہیں۔ اس مثلث کا زاویہ 'B' قائمہ زاویہ ہے۔ قائمۃ الزاویہ تکون پر مسئلہ فیثا غورث (تقریباً 600 ق م میں ایک یونانی حساب دان تھا) کا اطلاق ہوسکتا ہے (صفحہ 241 بھی دیکھیں)۔

قانون | قائمۃ الزاویہ تکون کے اضلاع (قاعدہ اور عمود) کے مربعوں کا مجموعہ وتر کے مربع کے برابر ہوتا ہے۔

اگر اس کلیہ کا اطلاق مذکورہ بالا مقاومتی مثلث (impedence triange) پر کیا جائے تو '$Z^2 = R^2+X_L^2$'

اطراف کا جذر لینے سے $Z=\sqrt{R^2+X_L^2}$ [جذر نکالنے کے طریقہ کے لیے صفحہ 245 دیکھیں۔]

تعالیت 'X_L' کے لیے

$$X_L^2=Z^2-R^2$$

$$\therefore \quad X_L=\sqrt{Z^2-R^2}$$

اور مؤثر مزاحمت 'R' کے لیے

$$R=\sqrt{Z^2-X_L^2}$$

زاویہ 'φ' کے بازوؤں کی نسبت کی مدد سے یہ زاویہ بھی معلوم کیا جاسکتا ہے۔ یہ نسبت 'φ' کی جیب مستوی یا "کوسائن φ" (Cosine φ) کہلاتی ہے۔ اسے 'cos φ' سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ ہر زاویہ کے لیے بازوؤں کی ایک خاص نسبت ہوتی ہے جن کی قیمت تتمہ میں دیے گئے سائن، کوسائن کے جدول میں درج ہے۔

$\cos\varphi=\frac{R}{Z}$ جس سے ظاہر ہے کہ '$R=Z\times\cos\varphi$'

سائن فنکشن (sine function) کی مدد سے (صفحہ 240) مقاومتی مثلث سے

$\sin\varphi=\frac{X_L}{Z}$ جس سے ظاہر ہے کہ '$X_L=Z\times\sin\varphi$'

اگر صرف مؤثر مزاحمت 'R' موجود ہو تو مقاومت 'Z' مؤثر مزاحمت 'R' کے برابر ہوگی۔ اس لیے cos φ کی قیمت 1 ہوگی ($\cos\varphi=1$)۔ اس کے لیے جدول سے معلوم کردہ زاویہ 'φ' صفر کے برابر ہے ($\varphi=0$)۔ اس طرح فیز کا تفاوت بھی صفر ہے۔ اگر صرف امالیتی تعالیت موجود ہو تو مقاومت 'Z' امالیتی تعالیت 'X_L' کے برابر ہوتی ہے ($Z=X_L$) اور 'R' صفر ہے۔ چونکہ صفر کو کسی بھی ہندسہ سے تقسیم کرنے سے جواب صفر ہوتا ہے اس لیے کوسائن φ کی قیمت صفر ہوگی ($\cos\varphi=0$) اور جدول سے 'φ' 90 درجے کے برابر ہوگا ($\varphi=90°$)۔ کوسائن φ' اور 'φ' کی قیمتیں مذکورہ بالا قیمتوں کے درمیان ہوتی ہیں۔

مثال : گزشتہ مثال میں 'R' 10 اوم ہے اور 'X_L' 50 اوم ہے۔

$$Z=\sqrt{X_L^2+R^2}=\sqrt{50^2+10^2}=\sqrt{2600}=51\,\Omega$$

$$\cos\varphi=\frac{R}{Z}=\frac{10}{51}=0.196$$

جدول کی مدد سے

$$\varphi=78.7^\circ$$

جواب : زاویہ فیز (φ) 78.7 درجے ہے۔

گزشتہ مثال سے معلوم ہوتا ہے کہ گراف کی مدد سے معلوم کی گئی قیمتیں حسابی طریقہ سے معلوم کی گئی قیمتوں کے عین مطابق ہیں۔ اگر گراف کی سکیل بڑی منتخب کی جائے اور اسے ملی میٹر پیپر پر صحیح طور پر کھینچا جائے تو معلوم کردہ قیمتیں تمام عملی کاموں کے لیے صحیح ہوتی ہیں۔

مثال : ایک کوائل 12 وولٹ (ڈی سی) پر 0.4 ایمپیئر کرنٹ لیتا ہے۔ جب اسے 220 وولٹ اور 50 ہرٹز کی سپلائی (اے سی) پر لگایا گیا تو اس میں گزرنے والی برقی رَو کی قیمت 0.2 ایمپیئر تھی۔ کوائل کی مزاحمتیں اور تفاوتِ فیز معلوم کریں۔

معلوم : ڈی سی مقداروں کی قیمتیں

$V = 12V$

$I = 0.4\ A$

اے سی مقداروں کی قیمتیں

$V = 220V$

$I = 0.2\ A$

$f = 50\ Hz$

مطلوب : $R\ ;\ X_L\ ;\ Z;\ \varphi$

حل :

$$R = \frac{V}{I} = \frac{12}{0.4} = 30\ \Omega$$

$$Z = \frac{V}{I} = \frac{220}{0.2} = 1{,}100\ \Omega$$

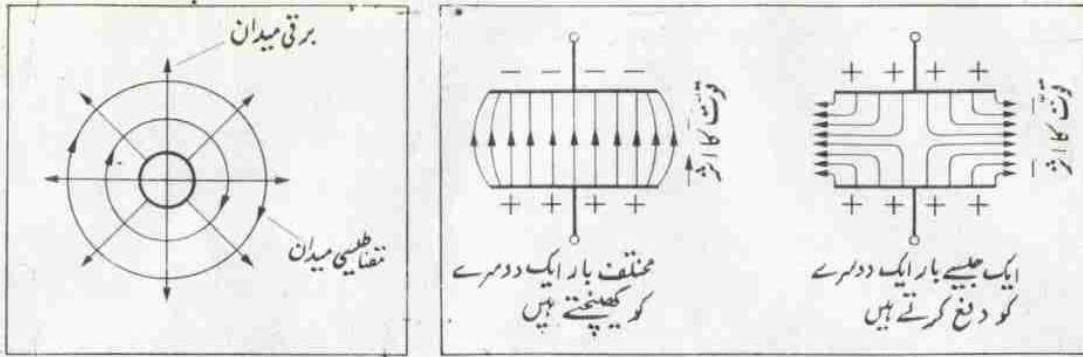
$$X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{1{,}100^2 - 30^2} = 1{,}099.5\ \Omega$$

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{30}{1{,}100} = 0.0272$$

$$\varphi = 88.40°$$

جواب : کوائل کی موثر مزاحمت 30 اوم، مقاومت 1,100 اوم اور امالیتی تعاملیت 1,099.5 اوم ہے۔ کوائل کی وجہ سے تفاوتِ فیز °88.40 ہوگا۔

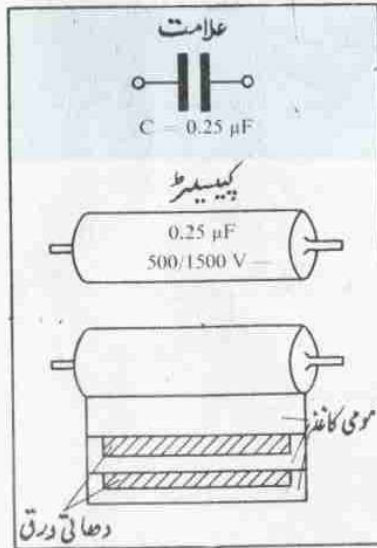
633 کپیسیٹر (The capacitor)

6331 **برقی میدان** (The electric field) - بارہویں باب میں یہ واضح کیا گیا تھا کہ برقی باروں کے حرکی اثرات ہوتے ہیں جس میں ایک ہی قسم کے بار ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں اور مختلف قسم کے بار ایک دوسرے کو اپنی طرف کھینچتے ہیں۔ یہ باب 51 میں مذکورہ مقناطیسیت کے حرکی اثرات کے مترادف ہے۔ جہاں یہ معلوم ہوا تھا کہ ایک ہی قسم کے قطبین ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں اور مختلف قسم کے قطبین ایک دوسرے کو اپنی طرف کھینچتے ہیں جس طرح مقناطیسی قوت کے اثرات مقناطیسی میدان کی وجہ سے پیدا ہوتے ہیں۔ اسی طرح برقی قوت کے اثرات برقی میدان (I 6331/I) کی وجہ سے پیدا ہوتے ہیں۔ اگر موصل کو برقی دباؤ پر لگایا جائے اور اس میں سے برقی رَو گزرے (I 6331/II) تو بیک وقت دائرہ دار مقناطیسی میدان اور شعاعی برقی میدان پیدا ہوتے ہیں۔ دائرہ دار مقناطیسی میدان کی قوت برقی رَو بڑھنے سے زیادہ ہو جاتی ہے اور برقی میدان کی قوت برقی دباؤ بڑھانے سے زیادہ ہو جاتی ہے۔ اگر شکل نمبر I 6331/I کی طرح دو موصل پلیٹیں آمنے سامنے رکھ کر انہیں برقی دباؤ مہیا کیا جائے تو ان پلیٹوں کے درمیان ایک برقی میدان پیدا ہو جاتا ہے جس کی مقدار برقی دباؤ 'V' اور پلیٹوں کے درمیانی فاصلہ 'd' پر منحصر ہوتی ہے۔ پلیٹوں کی ایسی ترتیب کپیسیٹر کہلاتی ہے۔

I 6331/II گول موصل کے میدان

I 6331/I برقی میدان

6332 **کپیسیٹر کی ساخت** (Construction of capacitor) حرکت پذیر پلیٹوں کی مدد سے تغیّرپذیر کپیسیٹر اور متعیّن تہوں سے غیر تغیّر پذیر کپیسیٹر بنائے جاتے ہیں۔

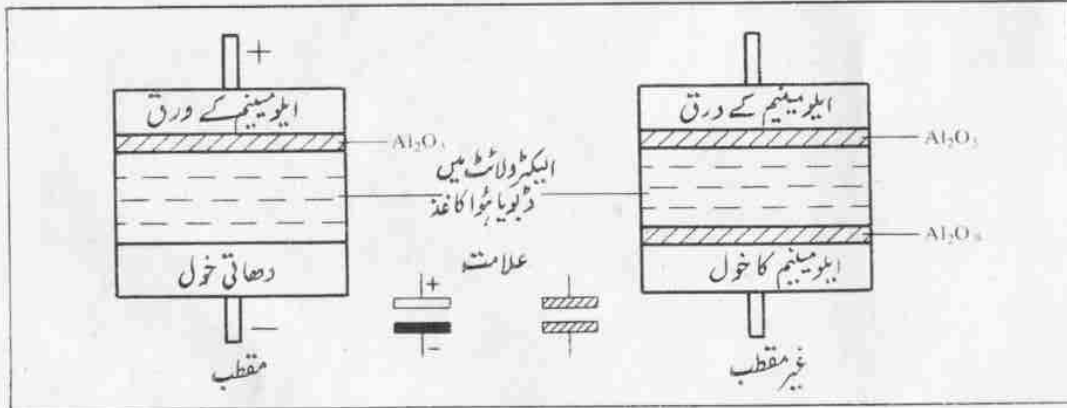
غیر تغیّر پذیر کپیسیٹر (Nonvariable capacitor) ’VDE 0560T13‘ کے مطابق پیپر کپیسیٹر (شکل نمبر I 6332/I) ایلومینیم کے ورقوں کی پلیٹوں پر مشتمل ہوتا ہے جو کہ مومی کاغذ کی تہ سے ایک دوسرے سے جُدا کی ہوتی ہیں۔ پلیٹوں کو سلنڈر کی صورت میں یا چپٹی صورت میں لپیٹ کر سخت کاغذ، شیشے یا پلاسٹک کی ٹیوب میں ڈال دیا جاتا ہے اور سامنے کی طرف سے سربمہر کر دیا جاتا ہے۔ ٹیوب کی جگہ شیٹ میٹل کا خول بھی استعمال کیا جاسکتا ہے۔ دو تاریں باہر نکال کر آزاد چھوڑ دی جاتی ہیں یا سولڈر کرنے کی کھنڈی (soldering tag) پر لگا دیتے ہیں۔

پلاسٹک کے ورقوں کے کپیسیٹر ’VDE 0560T18‘ کے مطابق درمیانی فارق تہ پلاسٹک کے ورق (مثلاً پولی ایسٹر کے ورق) سے بنی ہوتی ہے۔ یہ پلاسٹک کے ایسے ورقوں سے بھی بنائے جاتے ہیں جن پر باریک دھاتی تہ جما دی گئی ہوتی ہے۔ زیادہ مجوزی قوت، زیادہ نمی سے مدافعت اور زیادہ شقاقی طاقت ان کی خصوصیات ہیں۔

I 6332/I a-c بلاک کپیسیٹر

I 6332/II میٹل پیپر کپیسیٹر کیل سے پنکچر کرنے کے باوجود استعمال کے قابل ہے۔

'VDE 0560 T 14' کے مطابق ایم پی کیپیسیٹر بہت پتلے کیپیسیٹر پیپر سے بنا ہوتا ہے۔ اس کاغذ کے ایک طرف زنک کی $\frac{1}{10,000}$ ملی میٹر پتلی تہہ منجمد کی گئی ہوتی ہے۔ کاغذ کی پٹیاں اکٹھی لپیٹ کر اُن کی اگلی طرف زنک کے دو پترے لگا کر اُن پر ٹرمینل ویلڈ کر دیے جاتے ہیں۔ یہ کیپیسیٹر خود بخود ہی ٹھیک ہو جاتا ہے اور یکساں برقی گنجائش یا کپیسٹی (capacity) کے لیے اس کا حجم کم ہوتا ہے۔ میٹل پلاسٹک کیپیسیٹر (MK capacitor) اِن کی مزید بہتر شکل ہے۔ اس میں کاغذ کی جگہ پلاسٹک استعمال کیا جاتا ہے جس کی مجوزی مزاحمت زیادہ ہوتی ہے۔

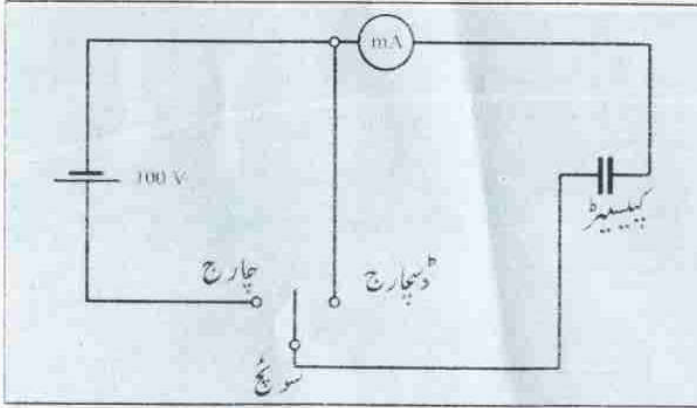
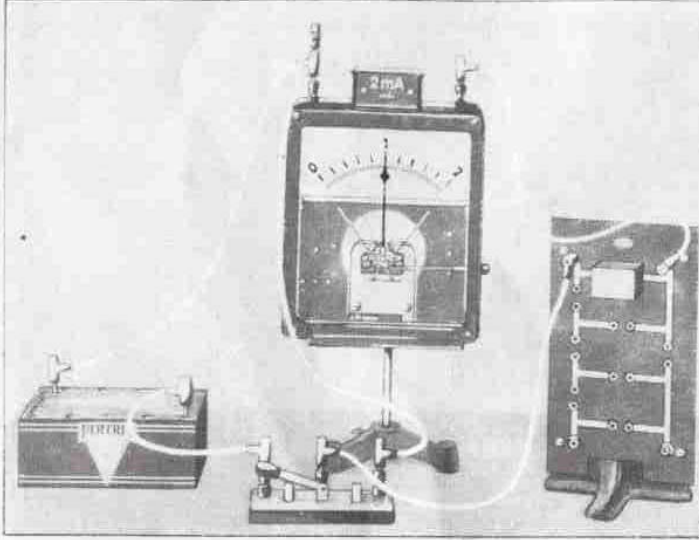
مقطّب الیکٹرولائٹ کیپیسیٹر 'VDE 0560 T 15/16' کے مطابق ایلومینیم کے ورقوں پر مشتمل ہوتے ہیں۔ جن کی سطح پر آکسائیڈ (Al_2O_3) کی بہت باریک تہہ چڑھائی ہوتی ہے۔ یہ ورق مثبت برقیرے ہوتے ہیں۔ آکسائیڈ کی تہہ درمیانی فاصلہ 'd' قائم رکھتی ہے۔ منفی برقیرہ ایسے الیکٹرولائٹ کا بنا ہوتا ہے جس میں سے آکسیجن نکال دی گئی ہو (مثلاً سوڈیم پربوریٹ)۔ یہ برقیرہ جاذب کاغذ میں مفید ہوتا ہے اور بیرونی دھاتی خول کے ساتھ اس کا برقی اتصال ہوتا ہے۔ آکسائیڈ کی بہت باریک تہہ کی وجہ سے کم حجم سے زیادہ برقی گنجائش حاصل کی جاسکتی ہے۔ سرکٹ میں لگاتے وقت مثبت اور منفی ٹرمینل کا خیال رکھنا چاہیے وگرنہ آکسائیڈ کی تہہ ختم ہو جاتی ہے اور کیپیسیٹر قابلِ استعمال نہیں رہتا۔ کیپیسیٹر کی پوری برقی گنجائش اُس وقت حاصل ہوتی ہے جب اسے مسلسل ڈی سی پر لگا رہنے دیا جائے۔

غیر مقطّب (ذوقطبی) الیکٹرولائٹ کیپیسیٹر کے خول میں ایلومینیم کے دو ورق ہوتے ہیں اس لیے اسے ذوقطبی الیکٹرولائٹ کیپیسیٹر کہا جاسکتا ہے جس کے دونوں مخالف قطب سیریز میں لگے ہوتے ہیں۔ اُسی برقی گنجائش کے لیے اس کا حجم زیادہ ہوتا ہے۔ اس کیپیسیٹر میں مثبت یا منفی ٹرمینل کا کوئی لحاظ نہیں رکھا جاتا۔

I 6332/III الیکٹرولائٹ کیپیسیٹر کی ساخت

ٹنٹالم کیپیسیٹر (Tantalum capacitor) ایلومینیم کے ورقوں کی بجائے ٹنٹالم کے ورقوں سے بنا ہوتا ہے۔ یکساں برقی گنجائش کے لیے یہ کیپیسیٹر ایلومینیم کے کیپیسیٹر سے بھی چھوٹے ہوتے ہیں۔

نشان دہی (Marking)۔ 'VDE 0560' کے مطابق ہر کیپیسیٹر پر اس کی برقی گنجائش مائیکروفیرڈ 'µF' یا پیکو فیرڈ 'p F' میں اور نامی برقی دباؤ درج ہوتا ہے۔ نامی برقی دباؤ 'V_{rated}' اطلاقی ڈائریکٹ وولٹیج اور آلٹرنیٹنگ وولٹیج کی انتہائی قیمت کے مجموعہ کی زیادہ سے زیادہ قیمت ہوتی ہے جس پر اس کیپیسیٹر کو لگایا جاسکتا ہے۔ مثال: ایک کیپیسیٹر کا نامی برقی دباؤ منفی 250 وولٹ ہے۔ آلٹرنیٹنگ وولٹیج کی انتہائی قیمت 'V_{eff}' = 'V_{rated} × 0.707' = 177 وولٹ ہوگی۔ اگر کیپیسیٹر 180 وولٹ ڈی سی پر لگانا ہو اور اس پر مزید 50 وولٹ آلٹرنیٹنگ وولٹیج لگانے ہوں تو مطلوبہ نامی وولٹیج 'V_{rated}' = 180 + 71 = 251 وولٹ ہونے چاہییں۔

6333 ڈی سی سرکٹ میں کپیسیٹر (The capacitor in DC) - چند مائیکروفیرڈ کی گنجائش کے ایک کپیسیٹر کو ڈی سی سرکٹ میں لگا کر اُس کے طریق کار کا مطالعہ کرنا مقصود ہے۔

mA
100 V
کپیسیٹر
چارج
ڈسچارج
سوئچ

E6333/1 ڈی سی سرکٹ میں کپیسیٹر کا رویہ

تجربہ : پہلے ایک کپیسیٹر کو مُبدل سوئچ کے ذریعہ 100 وولٹ کے ڈی سی منبع پر لگائیں۔ اس کے بعد سوئچ کو تبدیل کر کے کپیسیٹر کو شارٹ سرکٹ کریں۔ پیمائش کی سوئی صفر حالت میں سکیل کے درمیان میں ہونی چاہیے۔

نتیجہ :

1 - مبدل سوئچ چارجنگ پر ہے: برقی رَو تھوڑے وقت کے لیے بہتی ہے اور پھر بالکل ختم ہو جاتی ہے۔

2 - مبدل سوئچ ڈسچارجنگ پر ہے: برقی رَو مخالف سمت میں بہتی ہے اور آہستہ آہستہ ختم ہو جاتی ہے۔

پہلی صورت میں بہنے والی چارجنگ کرنٹ سے الیکٹرون مثبت پول کی ساتھ لگی ہوئی تہہ سے منفی پول کے ساتھ لگی ہوئی تہہ کی طرف بہتے ہیں اور کپیسیٹر کو چارج کر دیتے ہیں۔ اس کے بعد برقی رَو نہیں بہتی۔

قانون | کپیسیٹر ڈی سی کو نہیں گزرنے دیتا۔

ڈسچارجنگ کرنٹ جو کہ دوسری صورت میں شارٹ سرکٹ ہونے پر پیدا ہوتی ہے چارجنگ کرنٹ کی مخالف سمت میں بہتی ہے۔

چارجنگ کرنٹ کی مقدار (Magnitude of the charging current) - چارجنگ اور ڈسچارجنگ کرنٹ کن عوامل پر منحصر ہوتی ہے؛ یہ معلوم کرنے کے لیے ایک تجربہ میں پہلے چھوٹا کپیسیٹر (2 مائیکروفیرڈ کا) لگائیں اور پھر اُسی برقی دباؤ پر بڑا کپیسیٹر (8 مائیکروفیرڈ کا) لگائیں۔ ایم میٹر کی سُوئی کا انحراف ظاہر کرتا ہے کہ:

1 - چھوٹے کپیسیٹر کی چارجنگ کرنٹ کم ہے۔ 2 - بڑے کپیسیٹر کی چارجنگ کرنٹ زیادہ ہے۔

الیکٹرون کی مقدار جو کپیسیٹر میں سما سکتی ہے اس کے سائز پر منحصر ہوتی ہے۔ اگر مؤخر الذکر کپیسیٹر میں چارجنگ کے لیے ایک دفعہ 40 وولٹ اور دوسری دفعہ 100 وولٹ استعمال کریں تو معلوم ہوگا کہ :

1 - کم برقی دباؤ کی صورت میں چارجنگ کرنٹ بھی کم ہوتی ہے۔

2 - زیادہ برقی دباؤ کی صورت میں چارجنگ کرنٹ بھی زیادہ ہوتی ہے۔

لہٰذا الیکٹرون کی مقدار جو کپیسیٹر میں سما سکتی ہے کپیسیٹر پر اطلاق شدہ برقی دباؤ پر بھی منحصر ہوتی ہے۔

مذکورہ بالا دونوں نتائج سے یہ اخذ کیا جاسکتا ہے کہ :

قانون | کپیسیٹر کا چارج یا بار اس کے سائز اور اطلاق شدہ برقی دباؤ کے ساتھ ساتھ بڑھتا ہے۔

کپیسیٹر کا سائز اس کی گنجائش کے برابر ہوسکتا ہے جسے ہم برقی گنجائش یا کپے سٹینس (Capacitance) کہتے ہیں۔ اگر کپیسیٹر کے کل چارج کو 'Q'، برقی گنجائش کو 'C' اور برقی دباؤ کو 'V' سے ظاہر کیا جائے تو

چارج 'Q' = برقی گنجائش 'C' × برقی دباؤ 'V' یا $Q = C \times V$

بجلی کی مقدار 'Q' جو کہ کپیسیٹر میں سما سکتی ہے کولمب (coulomb) میں ناپی جاسکتی ہے اور اسے اختصار کے طور پر 'C' لکھا جاتا ہے۔

قانون | اگر ایک کپیسیٹر پر ایک کولمب بار کی وجہ سے ایک وولٹ کا برقی دباؤ ظاہر ہو تو اس کی برقی گنجائش ایک فیرڈ ہوگی۔
(مائیکل فیراڈے 1791 سے 1867 تک ایک انگریز ماہر طبیعیات)۔

پیمائش کی اکائیاں (Units of measurement) - برقی گنجائش کی اکائی ایک فیرڈ کو مائیکروفیرڈ، نینوفیرڈ (nano-farad) اور پیکوفیرڈ (pico-farad) کی چھوٹی اکائیوں میں تقسیم کیا گیا ہے۔

تحویلی جدول (Conversion table)

برقی گنجائش	علامت	F	μF	nF	pF
فیرڈ	F	1	1000,000 $=10^6$	1000,000,000 $=10^9$	1000,000,000,000 $=10^{12}$
مائیکروفیرڈ	μF	0.000,001 $=10^{-6}$	1	1000 $=10^3$	1000,000 $=10^6$
نینوفیرڈ	nF	0.000,000,001 $=10^{-9}$	0.001 $=10^{-3}$	1	1000 $=10^3$
پیکوفیرڈ	pF	0.000,000,000,001 $=10^{-12}$	0.000,001 $=10^{-6}$	0.001 $=10^{-3}$	1
معلوم مقدار		نامعلوم مقدار			

مثال : 550 پیکوفیرڈ کے کتنے فیرڈ ہوتے ہیں؟

1 - بائیں طرف کے کالم کی آخری لائن میں معلوم مقدار پیکوفیرڈ ہے۔ 2 - غیر معلوم مقدار فیرڈ تیسرے کالم میں ہے (بائیں طرف سے)

3 - تیسرے کالم کی آخری لائن میں جزو تبدیلی 10^{-12} ہے۔ 4 - معلوم مقدار کو جزو تبدیلی 10^{-12} سے ضرب دیں '550×10^{-12}'

جواب: 550 پیکوفیرڈ 550×10^{-12} فیرڈ کے برابر ہیں۔

کپیسیٹر کی برقی گنجائش ایک طرف توکپیسیٹر کی پلیٹوں کا رقبہ یاتھوں کی سطح کا رقبہ زیادہ ہونے کی وجہ سے بڑھتی ہے اور دوسری طرف پلیٹوں یاتھوں کے درمیانی فاصلہ کم ہوجانے سے اس میں اضافہ ہوتا ہے۔ علاوہ ازیں پلیٹوں کے درمیان حاجز میٹریل کے بدلنے کی وجہ سے بھی برقی گنجائش میں تبدیلی واقع ہوتی ہے۔اس حاجز میٹریل کو بین برقی یاڈائی الیکٹرک (dielectric) کہتے ہیں۔ دو ایسے کپیسیٹر کا موازنہ کرنے سے جن کی ساخت ایک ہی ہولیکن ایک میں ہوا اور دوسرے میں ابرق کو بین برقی میٹریل کے طور پر استعمال کیا گیا ہوتو معلوم ہوگا کہ ابرق والے کپیسیٹر کی برقی گنجائش ہوا والے کپیسیٹر کی برقی گنجائش سے چھ گنا ہے۔ موازناتی عدد (اس صورت میں چھ) یہ ظاہر کرتا ہے کہ کسی خاص بین برقی کی برقی گنجائش ہوا کی برقی گنجائش کا کتنے گنا ہے۔ بین برقی مستقل (dielectric constant) 'ع' (ایپسلان) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ گروپ 300 کے سرامک میٹریل (Ceramic material) کا بین برقی مستقل 'ع' 18 سے 80 تک ہوتا ہے۔ بیریم ٹیٹانائٹ (Barium titanite) کے استعمال سے 10,000 تک کا بین برقی مستقل حاصل کیا جاسکتا ہے۔ لہٰذا یہ میٹریل بہت چھوٹے کپیسیٹر بنانے کے لیے بہت موزوں ہیں۔

قانون	پلیٹوں کے سائز میں اضافہ، بین برقی مستقل میں اضافہ اور پلیٹوں کے درمیانی فاصلہ میں کمی برقی گنجائش میں اضافہ کا باعث بنتے ہیں۔

کپیسیٹرز کا متوازی سرکٹ (Parallel circuit of capacitors)۔ تجربہ E6332/I میں 2 مائیکروفیرڈ کے کپیسیٹر کی صورت میں برقی رَو کی تھوڑی سی سرج (surge) حاصل ہوتی ہے۔ اگر 2 مائیکروفیرڈ کا دوسرا کپیسیٹر متوازی لگا دیا جائے توسرج دُگنی ہوجائے گی۔ تیسرے 2 مائیکروفیرڈ کے کپیسیٹر کی صورت میں یہ تین گنا ہوجائے گی۔

قانون	اگر کپیسیٹرز کو متوازی ترتیب میں جوڑا جائے تو مجموعی برقی گنجائش سرکٹ کی تمام برقی گنجائشوں کے مجموعہ کے برابر ہوگی۔

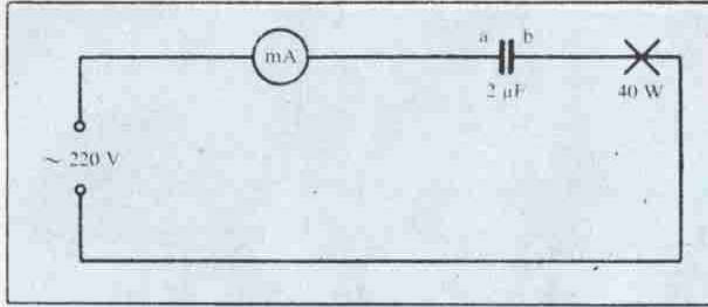
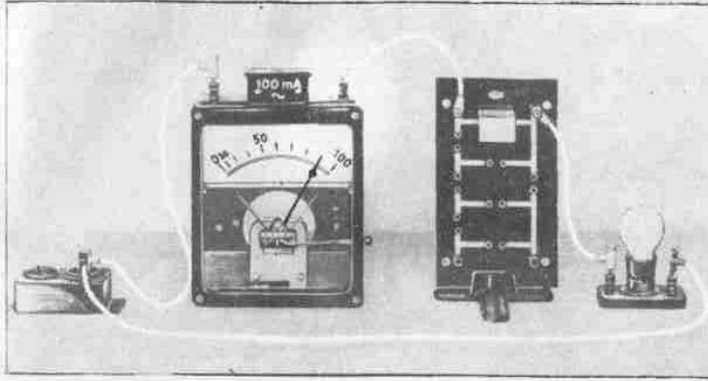
$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

کپیسیٹرز کا ہم سلسلہ سرکٹ (Series circuit of capacitors)۔ اگر 2 مائیکروفیرڈ کے کپیسیٹر کے ہم سلسلہ 2 مائیکروفیرڈ کا ایک اور کپیسیٹر لگا دیا جائے توکرنٹ سرج آدھی رہ جاتی ہے۔ 2 مائیکروفیرڈ کا تیسرا کپیسیٹر بھی ہم سلسلہ ترتیب میں لگا دیا جائے توکرنٹ سرج صرف ایک تہائی رہ جاتی ہے جس سے ظاہر ہے کہ:

قانون	اگر کپیسیٹرز کو ہم سلسلہ ترتیب میں جوڑا جائے تو حاصل گنجائش کا مقلوب سرکٹ کے کپیسیٹرز کی گنجائشوں کے الگ الگ مقلوب کے مجموعہ کے برابر ہوگا۔

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

اگر کپیسیٹرز کے اِن سرکٹوں کا موازنہ مزاحمتوں کے متوازی اور ہم سلسلہ سرکٹوں سے کیا جائے تو معلوم ہوگا کہ سرکٹ میں لگے ہوئے کپیسیٹرز کا اندازِ کار مزاحمتوں سے بالکل اُلٹ ہوتا ہے۔

6334 اے سی سرکٹ میں کپیسیٹر (The capacitor in AC)

تجربہ ا: 2 مائیکروفیرڈ کے ایک کپیسیٹر کو 40 واٹ کے بلب کے ساتھ لگا کر اسے 220 وولٹ اے سی پر لگائیں۔ سوئچ آن کرنے سے برقی لیمپ جلنے لگ جاتا ہے۔ اس سے ظاہر ہے کہ کپیسیٹر میں سے اے سی گزر سکتی ہے۔ اگر مثبت نصف لہر کے دوران الیکٹرون تہہ 'a' سے شروع ہو کر بیرونی سرکٹ میں بہتے ہوئے بلب میں سے ہو کر تہہ 'b' تک آ جاتے ہیں تو منفی نصف لہر کے دوران وہ بیرونی سرکٹ میں تہہ 'b' سے 'a' کی طرف آتے ہیں۔

mA
a b
2 µF
40 W
~ 220 V

E 6334/I کپیسیٹر کا اے سی سرکٹ میں طریق کار

اس صورت میں الیکٹرون بین برقی میں سے نہیں گزرتے بلکہ صرف دونوں تہوں کو باری باری چارج کر دیتے ہیں۔

تجربہ ب۔ تجربہ ب میں 40 واٹ کا بلب سرکٹ میں سے نکال لیں اور سرکٹ میں زیادہ گنجائش کا تغیر پذیر کپیسیٹر لگائیں برقی رَو اور برقی دباؤ کی پیمائش کر کے مندرجہ ذیل جدول میں درج کریں۔

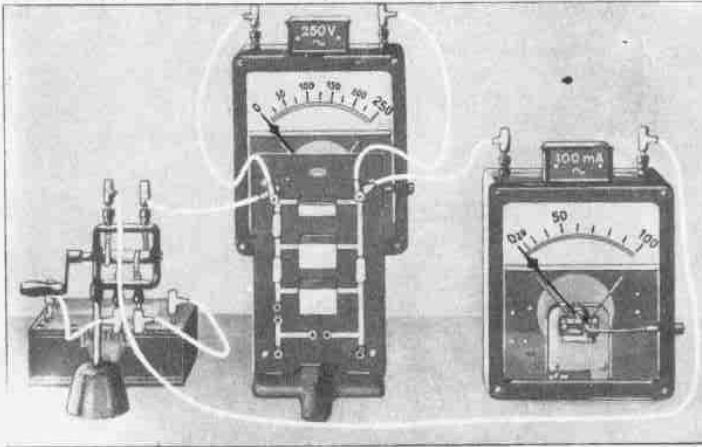
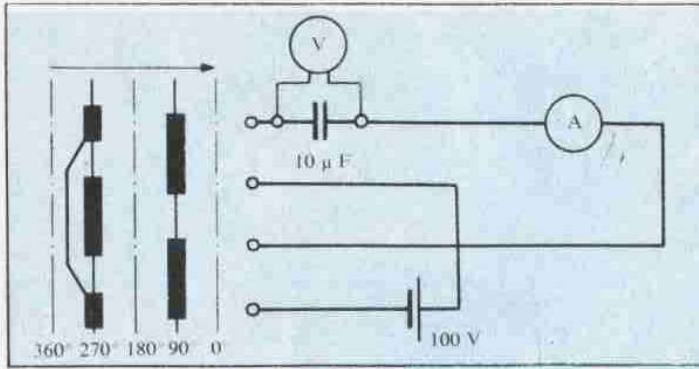
برقی گنجائش 'C'	برقی دباؤ 'V'	برقی رَو 'I'	مزاحمت 'Xc'؛ V/I
2 مائیکروفیرڈ	220 وولٹ	137 ملی ایمپیر	1600 اوم
4 مائیکروفیرڈ	220 وولٹ	275 ملی ایمپیر	800 اوم
8 مائیکروفیرڈ	220 وولٹ	550 ملی ایمپیر	400 اوم
10 مائیکروفیرڈ	220 وولٹ	687 ملی ایمپیر	320 اوم

نتیجہ: کپیسیٹر کی اے سی مزاحمت گنجائش بڑھنے سے کم ہوتی ہے۔

کپیسیٹر کی اے سی مزاحمت کو گنجائشی تعاملیت یا کپیسٹوری ایکٹینس 'Xc' (capacitive reactance) کہتے ہیں تاکہ اسے امالیتی تعاملیت سے تمیز کیا جاسکے۔

گنجائشی تعاملیت اور فریکوینسی (Capacitive reactance and frequency)

نمبر شمار	دستے کی گردش	فریکوینسی	برقی دباؤ 'V'	برقی رو 'I'	گنجائشی تعاملیت $\frac{V}{I} = X_C$
1	آہستہ	کم	80 وولٹ	30 ملی ایمپیر	2,667 اوم
2	تیز	زیادہ	80 وولٹ	40 ملی ایمپیر	2,000 اوم

مندرجہ ذیل تجربہ میں گنجائشی تعاملیت پر فریکوینسی کی تبدیلی کے اثر کا جائزہ لیا گیا ہے۔ تجربہ E 6334/II میں ا ے سی پیمائشی آلات استعمال کیے گئے ہیں مقلب رو کی مدد سے اسکے دستی کرینک کو آہستہ یا تیزی سے گھمانے سے کم یا زیادہ فریکوینسی کا برقی دباؤ پیدا کیا جاسکتا ہے۔ برقی دباؤ کو ایک خاص قیمت پر متعین کر لیا جاتا ہے اور دونوں فریکوینسیوں پر ایم میٹر کی مدد سے سرکٹ میں بہنے والی برقی رو کی مقدار ناپی گئی ہے۔ مشاہدہ کی گئی مقداروں کو اوپر دیے گئے جدول میں درج کیا گیا ہے۔

نتیجہ: فریکوینسی زیادہ ہونے سے کپیسیٹر کی گنجائشی تعاملیت X_C کم ہو جاتی ہے۔

مذکورہ بالا دونوں نتائج سے ظاہر ہے کہ گنجائشی تعاملیت برقی گنجائش اور فریکوینسی کے بالعکس متناسب ہوتی ہے۔

E 6334/II گنجائشی تعاملیت اور فریکوینسی

قانون | گنجائشی تعاملیت X_C برقی گنجائش اور فریکوینسی کے بڑھنے سے کم ہو جاتی ہے۔

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

اگر فریکوینسی 'f' ہرٹز (Hz) میں اور گنجائش 'C' فیرڈ (F) میں ہو تو گنجائشی تعاملیت X_C اوم میں ہوگی۔

مثال 1 : 2 مائیکرو فیرڈ کی 50 ہرٹز کی لائن فریکوینسی پر گنجائشی تعاملیت معلوم کریں۔

معلوم : $C=2\mu F=0.000,002F$ $\quad f=50\ Hz$

مطلوب : $X_C=?$

حل : $X_C=\frac{1}{2\pi f\times C}=\frac{1}{6.28\times 50\times 0.000,002}$

$$=\frac{1}{0.000,628}=\frac{1.000,000}{628}=1,591\,\Omega$$

جواب : کپیسیٹر کی گنجائشی تعاملیت 1,591 اوم ہے۔

مثال 2 : ایک کپیسیٹر کی 50 ہرٹز پر گنجائشی تعاملیت 500 اوم ہے کپیسیٹر کی گنجائش معلوم کریں۔

معلوم : $X_C=500\,\Omega$ $\quad f=50\ Hz$

مطلوب : $C=?$

حل : $X_C=\frac{1}{2\pi f C}$

عملِ انتقال سے $C=\frac{1}{2\pi f\times X_C}$

$$=\frac{1}{2\times 3.14\times 50\times 500}=0.000,006,37\ F$$

$$=0.000,006,37\times 1,000,000=6.37\,\mu F$$

جواب : کپیسیٹر کی برقی گنجائش 6.37 مائیکرو فیرڈ ہے۔

مثال 3 : 4 مائیکرو فیرڈ کا کپیسیٹر کس فریکوینسی پر 796 اوم کی گنجائشی تعاملیت ظاہر کرے گا؟

معلوم : $C=4\mu F=0.000,004\ F$ $\quad X_C=796$

مطلوب : $f=?$

حل : $X_C=\frac{1}{2\pi f\times C}$

عملِ انتقال سے $f=\frac{1}{2\pi\times C\times X_C}$

$$=\frac{1}{6.28\times 0.000,004\times 796}=\frac{1}{5,000\times 0.000,004}$$

$$=50\ Hz$$

جواب : فریکوینسی 50 ہرٹز ہے۔

کپیسیٹر اور تفاوت فیز (Capacitor and phase displacement) تجربہ E 6334/II میں اے سی پیمائشی آلات کی جگہ ڈی سی پیمائشی آلات استعمال کریں۔ سرکٹ میں لگانے سے پیشتر ان کی سوئی کو سکیل کے درمیان میں لایا گیا ہے۔ مقلب رَو کو آہستہ آہستہ گھمائیں۔ اور ایم میٹر اور وولٹ میٹر کی سوئیوں کے وقتی انحراف کا مشاہدہ کریں۔

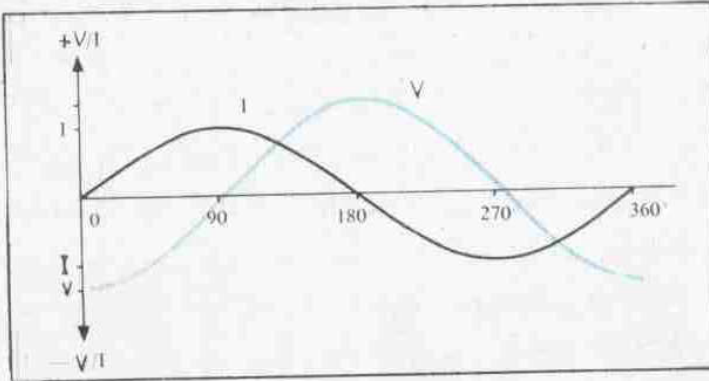
نتیجہ : وولٹ میٹر کی سوئی ابھی تک انتہائی انحراف تک نہیں پہنچتی کہ ایم میٹر انتہائی انحراف ظاہر کرتا ہے

قانون | جب کپیسیٹر کو اے سی سرکٹ میں لگایا جائے تو برقی رَو، برقی دباؤ سے آگے ہوتی ہے۔

اگر کرینک کی گردش اور میٹروں کی سوئیوں کے انحراف کا مشاہدہ کریں تو معلوم ہوگا برقی رَو کی انتہائی قیمت پہنچنے کے بعد برقی دباؤ کی انتہائی قیمت پہنچنے تک کرینک مزید ایک چوتھائی چکر کاٹ لیتا ہے جیسا کہ باب 6321 سے ظاہر ہے کہ ایک پورا چکر 360 درجوں کے برابر ہوتا ہے۔ اس طرح ایک چوتھائی چکر 90 درجوں کے برابر ہوگا۔

اس سے ظاہر ہے کہ :

قانون | اگر خالص گنجائشی تعاملیت کو اے سی میں لگایا جائے تو ایک چوتھائی دَور یعنی 90 درجہ کا تفاوتِ فیز واقع ہوتا ہے اور برقی رَو برقی دباؤ سے آگے ہوتی ہے۔

کپیسیٹر پر حالتِ فیز (The phase position at capacitor) ۔کپیسیٹر کی مُؤثر مزاحمت بہت کم ہوتی ہے۔اس لیے ہر کپیسیٹر ایک خالص گنجائشی تعاملیت تصور کیا جا سکتا ہے جس میں تفاوتِ فیز ہمیشہ 90 درجے کا ہوتا ہے اور 'کوسائن Φ'(cos Φ) صفر ہوتا ہے۔

کپیسیٹر کی صورت میں مقاومت 'Z' ہمیشہ گنجائشی تعاملیت 'Xc' کے برابر ہوتی ہے۔اس صورت میں ظاہری مزاحمت، مُؤثر مزاحمت اور 'کوسائن Φ' کو حسابی طور پر معلوم کرنے کی ضرورت نہیں پڑتی۔

I 6334/III کپیسیٹر پر حالتِ فیز

فریکوینسی پر منحصر مزاحمتیں (Frequency dependent resistances)۔اومی مزاحمت فریکوینسی پر منحصر نہیں ہوتی جبکہ کوائل اور کپیسیٹر کی تعاملیت کی قیمت فریکوینسی پر منحصر ہوتی ہے۔

تفاوتِ فیز کی تلافی (Phase compensation) ۔ اومی مزاحمت میں تفاوتِ فیز نہیں ہوتا۔کوائل اور کپیسیٹر میں تفاوتِ فیز ایک دوسرے سے مخالف سمت میں ہوتا ہے۔اس طرح کوائل کے ساتھ کپیسیٹر لگا کر کوائل کی وجہ سے پیدا شدہ تفاوتِ فیز کی تلافی کی جا سکتی ہے۔اسی لیے تابشی ٹیوب کے سرکٹ میں چوک کے متوازی فیز کی تلافی کرنے والا کپیسیٹر لگایا جاتا ہے۔ بجلی گھر مناسب تفاوت کے مقتضی ہوتے ہیں۔اگر صارف بہت سی موٹریں یا بڑی موٹریں استعمال کریں تو کوائل وائینڈنگ کی وجہ سے تفاوتِ فیز غیر مناسب حد تک بڑھ سکتا ہے۔ان کے متوازی مناسب کپیسیٹر لگانے سے تفاوتِ فیز کی تلافی کی جا سکتی ہے۔

اخراجی مزاحمت (Discharge resistance)۔ فیز کی تلافی کرنے والے کپیسیٹر کو آف کرتے وقت اس بات کا خیال رکھنا چاہیے کہ کپیسیٹر انتہائی برقی دباؤ (220 وولٹ پر 220×1.41=310 وولٹ) تک چارج ہو جاتا ہے۔سوئچ آف کرنے کے بعد یہ برقی دباؤ کپیسیٹر پر موجود رہتا ہے اور کام کرنے والوں کے لیے خطرہ درپیش ہو سکتا ہے۔اس بار کو ختم کرنے کے لیے بڑی قیمت کی مزاحمت (تقریباً ایک میگا اوم) کپیسیٹر کے متوازی لگا دی جاتی ہے۔اس مقصد کے لیے استعمال کی جانے والی مزاحمت کو اخراجی مزاحمت کہتے ہیں۔

634 **سوالات :** کیا وجہ ہے کہ برقی بلبوں کا معیار صرف ان کی طاقت اور برقی دباؤ کی صورت میں متعین کیا جاتا ہے جبکہ برقی رَو کی قسم یعنی اے سی یا ڈی سی کا تعین کبھی نہیں کیا جاتا ؟ (2) اے سی سرکٹ میں ہم سلسلہ مزاحمت میں صَرف شدہ طاقت کیسے معلوم کی جاسکتی ہے ؟ (3) جب ایک کوائل کو اے سی سرکٹ میں لگایا جائے تو اس کی کون کون سی مزاحمتیں عمل پذیر ہوتی ہیں ؟ (4) امالیتی تعاملیت کیسے پیدا ہوتی ہے ؟ (5) زاویائی فریکوینسی کیسے معلوم کی جاسکتی ہے ؟ (6) امالیتی تعاملیت کن جزو پر منحصر ہوتی ہے ؟ (7) 2 ہنری کے چوک کی 50 ہرٹز کی فریکوینسی پر امالیتی تعاملیت کتنی ہوگی ؟ (8) چوک کی امالیتی تعاملیت کیسے کم کی جاسکتی ہے ؟ (9) برقی دباؤ اور برقی رَو کا چوک میں کیا اندازِ کار ہوتا ہے ؟ (10) زاویۂ فیز کی قیمت کن جزو پر منحصر ہوتی ہے ؟ (11) اے سی سرکٹ میں کس قسم کے لوڈ پر تفاوتِ فیز واقع نہیں ہوتا ؟ (12) اے سی سرکٹ کا لوڈ ایک کوائل پر مشتمل ہے۔ برقی رَو اپنی انتہائی قیمت پر برقی دباؤ کے $\frac{1}{6}$ دَور کے بعد پہنچتی ہے۔ زاویۂ فیز معلوم کریں۔ (13) ایک کوائل کی مؤثر مزاحمت 20 اوم اور امالیتی تعاملیت 140 اوم ہے۔ گراف کی مدد سے اس کی مقاومت اور زاویۂ فیز معلوم کریں۔ (14) مذکورہ بالا سوال کو حسابی طریقہ سے حل کریں اور جوابات کا موازنہ کریں۔ (15) ایک کیپسیٹر کا نامی برقی دباؤ 350 وولٹ ہے۔ اسے کتنے وولٹ (اے سی) پر لگایا جاسکتا ہے ؟ (16) کیپسیٹر کا ڈی سی سرکٹ میں کیا اندازِ کار ہوتا ہے ؟ (17) کیپسیٹر کی برقی گنجائش سے کیا مُراد ہے ؟ (18) 4 مائیکرو فیرڈ کے دو کیپسیٹر ایک دفعہ ہم سلسلہ ترتیب میں اور پھر متوازی ترتیب میں لگائے گئے ہیں۔ دونوں صورتوں میں حاصل برقی گنجائش معلوم کریں۔ (19) کیپسیٹر کا اے سی سرکٹ میں اندازِ کار کیا ہوتا ہے ؟ (20) ایک ریڈیو میں لپٹے ہوئے تار سے بنی ہوئی 600 اوم کی ہم سلسلہ مزاحمت کی جگہ ایک کیپسیٹر لگانا مقصود ہے۔ اس کی برقی گنجائش کتنی ہونی چاہیے جب کہ فریکوینسی 50 ہرٹز ہے ؛ ہم سلسلہ مزاحمت کی جگہ کیپسیٹر لگانے کا کیا فائدہ ہے ؟ کیا یہ طریقہ ڈی سی پر لگائے جانے والے آلات کی صورت میں بھی استعمال کیا جاسکتا ہے ؟ (21) کوائل سے پیدا ہونے والا تفاوتِ فیز کیپسیٹر کی مدد سے کیوں دُور کیا جا سکتا ہے ؟ (22) اگر ایک کوائل جو کہ 220 وولٹ (اے سی) کے لیے ڈیزائن کیا گیا ہو، اُسے 220 وولٹ (ڈی سی) پر لگانے سے کیا ہوگا ؟ (23) (الف) 16 مائیکرو فیرڈ کے کتنے فیرڈ ہوں گے ؟ (ب) 5 مائیکرو فیرڈ میں کتنے پیکو فیرڈ ہیں ؟ (ج) 0.6 فیرڈ میں کتنے مائیکرو فیرڈ ہیں ؟ (د) 5 نینو فیرڈ کتنے پیکو فیرڈ کے برابر ہوتے ہیں ؟ (س) 0.15 مائیکرو فیرڈ میں کتنے نینو فیرڈ ہوں گے ؟ (24) 2 مائیکرو فیرڈ اور 4.5 مائیکرو فیرڈ کے دو کیپسیٹر سیریز میں لگائے گئے ہیں۔ سرکٹ کی حاصل گنجائش معلوم کریں۔ نیز 50 ہرٹز پر سرکٹ کی گنجائشی تعاملیت کیا ہوگی ؟ (25) 500 پیکو فیرڈ کے ایک کیپسیٹر کو 10,000 پیکو فیرڈ کے ایک کیپسیٹر کے متوازی لگایا ہے۔ حاصل گنجائش معلوم کریں نیز 9 کلو ہرٹز پر حاصل گنجائشی تعاملیت معلوم کریں۔ (26) ایک تغیر پذیر کیپسیٹر کی گنجائش کو 25 پیکو فیرڈ (C_A) سے 500 پیکو فیرڈ (C_E) تک تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ اگر 100 پیکو فیرڈ کا بلاک کیپسیٹر تغیر پذیر کیپسیٹر کے متوازی لگایا گیا ہو تو کیپسیٹر کی حدود کیا ہوں گی ؟ (27) 2 ہنری اور 3 ہنری کے دو چوک 50 ہرٹز کے برقی دباؤ پر لگائے گئے ہیں۔ اگر ان کو (a) متوازی ترتیب میں (b) ہم سلسلہ ترتیب میں جوڑا گیا ہو تو دونوں صورتوں میں حاصل امالیتی تعاملیت معلوم کریں۔ (28) 60 وولٹ (ڈی سی) پر ایک چوک 500 ملی ایمپیئر کرنٹ لیتی ہے۔ اگر اسے 50 ہرٹز 220 وولٹ (اے سی) سپلائی پر لگایا جائے تو اس میں سے 100 ملی ایمپیئر برقی رَو گزرتی ہے۔ چوک کی مؤثر مزاحمت، مقاومت، تعاملیت اور تفاوتِ فیز معلوم کریں۔ (29) ریڈیو کے انسدادِ خللِ صوت کے چوک کی 3.5 ملی ہنری کی دو وائینڈنگ ہیں جو کہ باہم سیریز میں جوڑی گئی ہیں۔ 50 ہرٹز کی غیر خلل شدہ فریکوینسی اور 5 کلو ہرٹز کی خلل انداز (جس کا انسداد کرنا مقصود ہے) فریکوینسی پر چوک کی امالیتی تعاملیت معلوم کریں۔

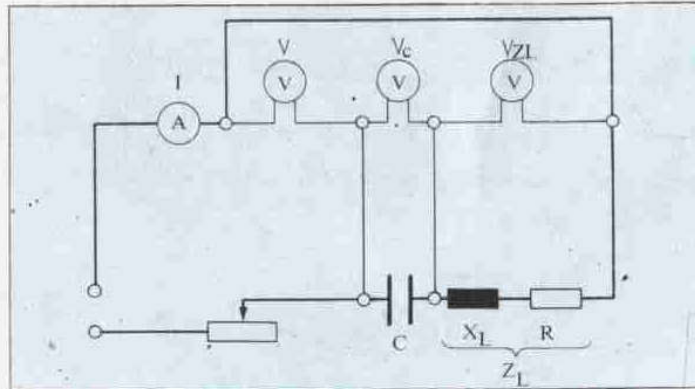
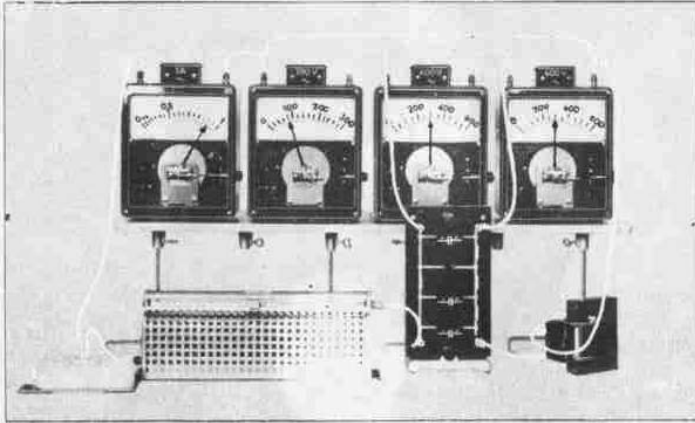
635 اے سی مزاحمتوں کا اجتماعی سرکٹ (Combined AC resistances)

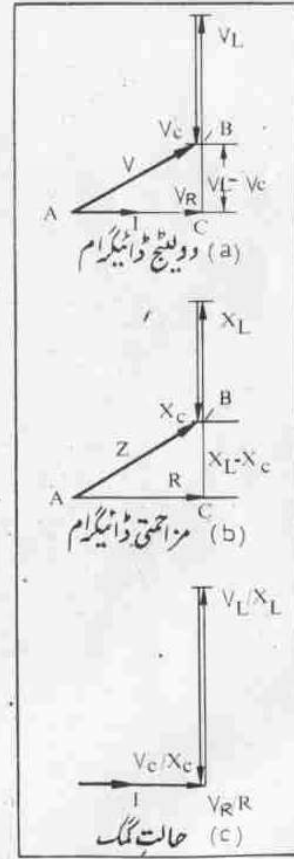
امالیت اور برقی گنجائش کے متوازی اور ہم سلسلہ سرکٹ عملی طور پر بہت ضروری ہوتے ہیں اس لیے انہیں زیر بحث لایا گیا ہے۔

6351 امالیت اور برقی گنجائش کا ہم سلسلہ سرکٹ (ہم سلسلہ گمک)

[Series connection of inductivity and capacitance (series resonance)]

تجرباتی ترتیب۔ 10 مائیکروفیراڈ کے کپیسیٹر کو 1200 چکروں والے کوائل اور 160 اوم کی مزاحمت کے ہم سلسلہ لگایا گیا ہے۔ ایک ایمیٹر (پیمائشی حد 1 ایمپیئر) اور تین وولٹ میٹر (جن میں سے دو کی پیمائشی حدود 500 وولٹ اور تیسرے کی 250 وولٹ ہے) برقی رو اور برقی دباؤ کی پیمائش کے لیے سرکٹ میں لگائے گئے ہیں اور مشاہدات کو جدول میں درج کیا گیا ہے۔

'I' ایمپیئر میں	'Vc' وولٹ میں	'V_{ZL}' وولٹ میں	'V' وولٹ میں	حالتِ پیمائش
0.6	200	300	120	مکمل آئرن کور
0.90	290	290	80	گمکی حالت
0.8	250	100	170	یوک ہٹا دیا گیا ہے

امالیت اور برقی گنجائش کا ہم سلسلہ سرکٹ E 6351/1

سمتی شکل I 6351/I

تجربے کا جائزہ: مشاہدات سے ظاہر ہے کہ ایک صورت یعنی حالتِ گمک میں برقی رَو کی قیمت بہت زیادہ ہے اور اس طرح سرکٹ کی مزاحمت کم سے کم ہے۔ علاوہ ازیں کوائل اور کپیسیٹر پر جزوی برقی دباؤ اطلاقی برقی دباؤ سے بہت زیادہ ہے۔ برقی دباؤ میں اضافہ گمک کہلاتا ہے اس لیے اس سرکٹ کو برقی دباؤ کا گمکی سرکٹ کہتے ہیں۔

سمتی شکل۔ اگر پیمائش شدہ قیمتوں کے مطابق برقی دباؤ کا سمتی خاکہ '$I\ 6351/I_a$' بنایا جائے اور یہ بات مدِنظر رکھی جائے کہ کوائل میں تعاملیت کے علاوہ موثر مزاحمت بھی ہوتی ہے تو مثلث ABC سے مسئلہ فیثا غورث کی رُو سے

$$V^2=V_R^2+(V_L-V_C)^2$$

مخالف سمت میں تفاوتِ فیز کی وجہ سے 'V_L' اور 'V_C' کو شکل میں ایک دوسرے کی مخالف سمت میں دکھایا گیا ہے اور مثلث ABC میں صرف 'V_L' اور 'V_C' کا فرق 'V_C-V_L' موثر ہوگا۔

سیریز سرکٹ کی صورت میں چونکہ تمام مزاحمتوں میں سے ایک ہی برقی رَو گزرتی ہے اس لیے ان مزاحمتوں پر وولٹیج ڈراپ مزاحمتوں کی قیمت کے بالراست متناسب ہوگا۔ اس لیے برقی دباؤ کے خاکہ کو براہِ راست مزاحمتوں کے خاکہ میں بدلا جاسکتا ہے۔ مزاحمتوں کی شکل سے ظاہر ہے کہ:

$$Z^2=R^2+(X_L-X_C)^2$$

عملِ انتقال اور جذر نکال کر (صفحہ 247) مطلوبہ قیمتیں معلوم کی جاسکتی ہیں۔

حالتِ گمک میں 'V_L' اور 'V_C' آپس میں برابر ہیں۔ چونکہ دونوں ایک دوسرے کی مخالف سمت میں ہیں اس لیے یہ دونوں برقی دباؤ ایک دوسرے کی تعدیل کر دیتے ہیں اور سرکٹ پر مجموعی برقی دباؤ اطلاق شدہ برقی دباؤ کے برابر ہوتا ہے جو کہ کوائل کی مؤثر مزاحمت پر ظاہر ہوتا ہے۔ چونکہ یہ مزاحمت بہت کم ہے اس لیے سرکٹ میں بہت زیادہ برقی رَو گزرتی ہے۔ اگر سرکٹ میں موثر مزاحمت صفر ہو تو کنکشن شارٹ سرکٹ کے طور پر عمل کرتا ہے۔

$$\because Z=R \qquad \therefore I=\frac{V}{R}$$

برقی رَو 'I' خالص مزاحمتی رَو ہے اس لیے برقی دباؤ کے لحاظ سے اس کا کوئی تفاوتِ فیز نہیں ہے۔ 'φ' صفر ہو جاتا ہے اور $\cos\varphi$ ایک کے برابر ہو جاتا ہے یعنی '$\cos\varphi=1$'

وولٹیج ڈراپ 'V_L' اور 'V_C' برابر ہونے کی وجہ سے امالیتی تعاملیت 'X_L' اور گنجائشی تعاملیت 'X_C' بھی برابر ہوں گی یعنی

$$X_L=X_C$$

$$\omega_r L=\frac{1}{\omega_r C}$$

جبکہ ω_r حالتِ گمک میں زاویائی فریکوئنسی ہے۔

عملِ انتقال سے

$$\omega_r^2\times L\times C=1$$

مذکورہ فارمولے کی مدد سے کسی خاص گمگی فریکوینسی پر 'L' یا 'C' میں سے کسی ایک نامعلوم مقدار کی قیمت معلوم کی جاسکتی ہے۔
عملِ انتقال کی مدد سے گمگی فریکوینسی معلوم کی جاسکتی ہے۔

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \times C}}$$ (تھامن کا فارمولا برائے اہتزاز)

مثال: ایک ہم سلسلہ سرکٹ 4 مائیکروفیرڈ کے کپیسیٹر، 25 ملی ہنری کی امالیت اور 10 اوم کی موثر مزاحمت پر مشتمل ہے۔ 50 ہرٹز پر سرکٹ کی مقاومت 'Z' معلوم کریں۔

معلوم : $C = 4\mu F \quad L = 25\ mH \quad R = 10\ \Omega \quad f = 50Hz$

مطلوب : $Z = ?$

حل : $X_L = \omega L = 2\pi f L = 2 \times 3.14 \times 50 \times 25 \times 10^{-3}$

$= 7.85\ \Omega \approx 8\ \Omega$

$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 50 \times 4 \times 10^{-6}}\Omega = 795\ \Omega$

$Z^2 = R^2 + (X_C - X_L)^2 = 10^2 + (795 - 8)^2 = 619{,}500$

(نوٹ: خطوط وحدانی کے اندر زیادہ قیمت کی تعاملیت پہلے لکھی جاتی ہے)

$Z = \sqrt{619{,}500} = 787\ \Omega$

جواب : ہم سلسلہ سرکٹ کی مقاومت 787 اوم ہے۔

مثال: ایک ہم سلسلہ سرکٹ 1 مائیکروفیرڈ کے کپیسیٹر، 0.5 ملی ہنری کی امالیت اور 5 اوم کی موثر مزاحمت پر مشتمل ہے، سرکٹ کی گمگی فریکوینسی معلوم کریں۔

معلوم : $C = 1\mu F \quad L = 0.5\ mH \quad R = 5\Omega$

مطلوب : $f_r = ?$

حل : $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \times C}} = \frac{1}{6.28\sqrt{0.5 \times 10^{-3} \times 1 \times 10^{-6}}}$

$= \frac{100{,}000}{6.28 \times 2.24}\ Hz = 7100\ Hz = 7.1\ k\ Hz$

جواب : سرکٹ کی گمگی فریکوینسی 7.1 کلو ہرٹز ہے۔

6352 امالیت اور برقی گنجائش کا متوازی سرکٹ (برقی رَو کی گمک)

[Parallel circuit of inductance and capacitor (current resonance)]

تجرباتی ترتیب: 10 مائیکروفیرڈ کا ایک کپیسیٹر 200 لپٹوں والے کوائل کے متوازی لگایا گیا ہے۔ ایک وولٹ میٹر (پیمائشی حد 250 وولٹ) اور تین ایم میٹر (پیمائشی حد 3 ایمپیئر) برقی دباؤ اور برقی رَو کی پیمائش کے لیے سرکٹ میں لگائے گئے ہیں اور مشاہدات کو جدول میں درج کیا گیا ہے۔

'V' وولٹ میں	'Ic' ایمپیئر میں	'IZL' ایمپیئر میں	'I' ایمپیئر میں	حالتِ پیمائش
220	0.7	0.1	0.6	مکمل آئرن کور
220	0.6	0.6	0.2	حالتِ گمک
220	0.6	1.9	1.2	یوک ہٹا دینے سے

E 6352/I امالیت اور برقی گنجائش کا متوازی سرکٹ

16352/I سمتی شکل

تجرباتی جائزہ۔ تجربے سے ظاہر ہے کہ ایک صورت یعنی حالتِ گمگ میں برقی رَو کم سے کم قیمت پر پہنچ جاتی ہے۔ علاوہ ازیں کوائل والی شاخ اور کپیسیٹر والی شاخ میں برقی رَو مجموعی برقی رَو سے بہت زیادہ ہوتی ہے۔ چونکہ اس حالت میں شاخوں میں برقی رَو بہت زیادہ ہو جاتی ہے اس لیے اسے برقی رَو کی گمگ کہتے ہیں۔

سمتی شکل۔ برقی رَو کی سمتی شکل بنانے کے لیے سب سے پہلے کوائل والی شاخ کی سمتی شکل (I 6352/Ib) بنائیں۔ اس سے زاویۂ تفاوت 'φ' معلوم کرنے میں آسانی رہتی ہے۔ اس زاویۂ تفاوت کی مدد سے مکمل سرکٹ کی سمتی شکل (I 6352/Ic) بنائی جاسکتی ہے۔ اس سمتی خاکہ سے ظاہر ہے کہ برقی رَو 'I' کا انحصار زیادہ تر کوائل کے زاویۂ تفاوت 'φ' یعنی نسبت $\frac{R}{Z_L}$ پر ہوتا ہے۔

حالتِ گمگ (Resonance case) ۔ اگر کوائل کی موثر مزاحمت نہ ہو (بالکل خیالی صورت)، تو 'R' صفر ہوگی اور زاویہ 'φ' 90 درجہ کے برابر ہوگا۔ اس صورت میں 'IL'، 'Ic' کی مخالف سمت میں ہے۔ علاوہ ازیں اگر 'IL' اور 'Ic' برابر ہو تو حالتِ گمگ (I 6352/Id) واقع ہوتی ہے۔ مکمل خیالی حالتِ گمگ کی صورت میں مجموعی برقی رَو 'I' صفر ہوتی ہے اور مقاومت لامتناہی حد تک بڑھ جاتی ہے یعنی '$Z=\infty$'۔

عملی طور پر کوائل کی ہمیشہ ایک مؤثر مزاحمت ہوتی ہے اس لیے برقی رُو اور برقی دباؤ کے درمیان تفاوتِ فیز 90 درجہ سے کم ہوتا ہے۔ جیسا کہ سمتی خاکہ اور جدول سے ظاہر ہے اسی وجہ سے سرکٹ میں سے مجموعی برقی رُو 'I' گزرتی ہے۔ البتہ اس کی مقدار بہت کم ہوتی ہے۔ سرکٹ کی حاصل مزاحمت شاخوں کی جزوی مزاحمت سے بہت زیادہ ہوتی ہے جیسا کہ جدول میں دی گئی برقی دباؤ اور برقی رُو کی قیمتوں سے ظاہر ہے۔ مجموعی برقی رُو اور برقی دباؤ کے درمیان تفاوتِ فیز ہوتا ہے جس کی قیمت سمتی خاکہ سے معلوم کی جا سکتی ہے۔

حالتِ گمک میں $X_L = X_C$

برقی رُو کی گمک کی صورت میں بھی مندرجہ ذیل دونوں فارمولے اطلاق پذیر ہیں :

$$\omega_r^2 \times L \times C = 1$$

اور

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \times C}}$$

مثال : نمائشی ٹیوب کے سرکٹ میں ایک چوک (choke) کے متوازی 4 مائیکروفیرڈ کا ایک کپیسیٹر لگا کر سرکٹ کو 50 ہرٹز کے مینز پر لگایا گیا ہے۔ چوک کی امالیت کتنی ہو کہ گمک واقع ہو جائے۔

معلوم : $f = 50\ Hz$ $\quad C = 4\mu F$

مطلوب : $L = ?$

حل :

$$L = \frac{1}{\omega_r^2 \times C}$$

$$= \frac{1}{314^2 \times 4 \times 10^{-6}} \qquad [\because\ \omega = 2\pi f = 314]$$

$$= \frac{100\,0000}{395{,}000} = 2.53\ H$$

جواب : برقی رُو کی گمک 2.53 ہنری کی امالیت پر واقع ہو گی۔

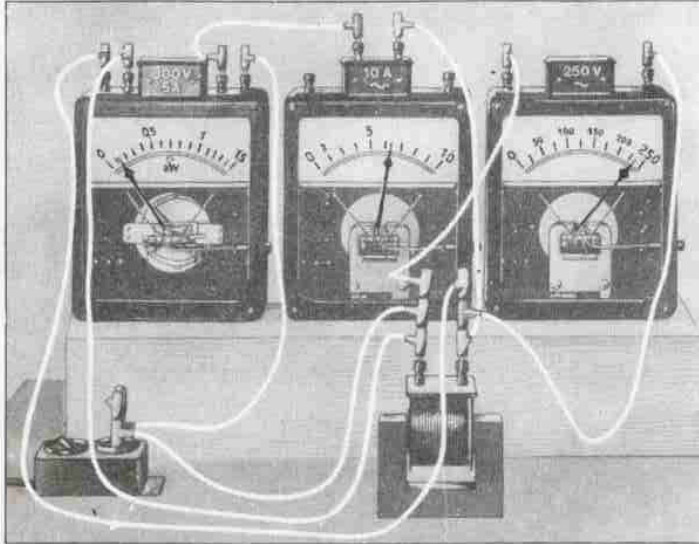
سوالات : 6353

(1) ایک سرکٹ میں 2 ہنری کی امالیت کا ایک کوائل جس کی مؤثر مزاحمت 100 اوم ہے اور 4 مائیکروفیرڈ کا کپیسیٹر سیریز میں لگائے گئے ہیں۔ سرکٹ کو 220 وولٹ اور 50 ہرٹز کے برقی دباؤ پر لگایا گیا ہے۔ سرکٹ کی مقاومت، مجموعی برقی رُو اور جزوی برقی دباؤ معلوم کریں۔ (2) ایک کوائل کی امالیت 0.2 ہنری اور مؤثر مزاحمت 25 اوم ہے۔ ایک کپیسیٹر کو اس کوائل کے ساتھ اس طرح لگایا گیا ہے کہ سرکٹ کو 220 وولٹ اور 50 ہرٹز پر لگانے سے برقی دباؤ کی گمک پیدا ہو جاتی ہے۔ کپیسیٹر کی گنجائش معلوم کریں۔ (3) ایک قبولندہ سرکٹ (acceptor circuit) 16 پیکوفیرڈ کے کپیسیٹر اور 52 مائیکروہنری کی امالیت پر مشتمل ہے۔ یہ سرکٹ کس فریکوئنسی پر شارٹ سرکٹ تصور کیا جا سکتا ہے؟ (4) 1.5 ہنری کی امالیت اور 300 اوم کی مؤثر مزاحمت والے کوائل اور 6 مائیکروفیرڈ کے کپیسیٹر پر مشتمل متوازی سرکٹ کا سمتی خاکہ بنائیں۔ سرکٹ کا تفاوتِ فیز معلوم کریں۔ (5) ایک کوائل کی امالیت 100 ملی ہنری اور مؤثر مزاحمت 200 اوم ہے۔ ایک کپیسیٹر کو اس کوائل کے ساتھ اس طرح لگایا گیا ہے کہ سرکٹ کو 50 ہرٹز فریکوئنسی والے 220 وولٹ کے برقی دباؤ کے ساتھ جوڑنے سے برقی رُو کی گمک پیدا ہو جاتی ہے۔ کپیسیٹر کی گنجائش معلوم کریں۔

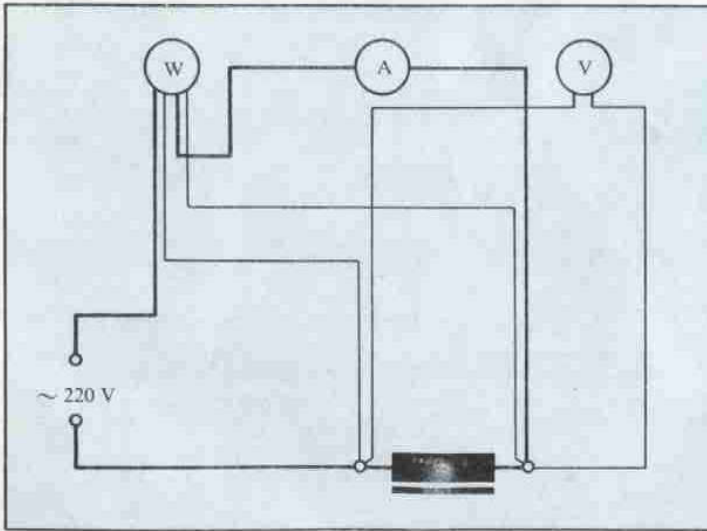
64 اے سی سرکٹ میں طاقت (Power in A C circuits)

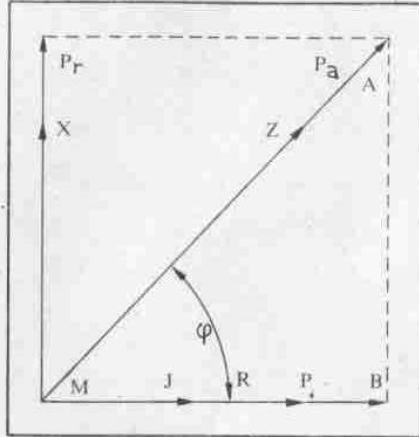
باب 631 میں معلوم کیا جا چکا ہے کہ اومی مزاحمت میں اے سی اور ڈی سی دونوں صورتوں میں صرف شدہ برقی طاقت برابر ہوتی ہے۔ اگر برقی دباؤ 'V' اور برقی رَو 'I' کی موثر قیمتیں استعمال کی جائیں تو یہ طاقت 'P' برقی دباؤ 'V' اور برقی رَو 'I' کے حاصل ضرب کے برابر ہوگی۔

E 64/I اے سی سرکٹ میں طاقت

برقی دباؤ 'V'	برقی رَو 'I'	اصل طاقت 'P'	ظاہری طاقت '$P_a = V \times I$'
245 وولٹ	6.4 ایمپیئر	150 واٹ	1,568 وی اے

اب سوال پیدا ہوتا ہے کہ ایک کوائل میں صَرف شدہ طاقت کیسے معلوم کی جا سکتی ہے؟ 600 چکروں والے ایک کوائل کو 220 وولٹ کی اے سی سپلائی پر لگایا گیا ہے اور برقی رَو، برقی دباؤ اور برقی طاقت کی پیمائش کی گئی ہے۔

ظاہری طاقت (Apparent power). برقی دباؤ اور برقی رَو کی پیمائش شدہ موثر قیمتوں سے مذکورہ بالا فارمولے کی مدد سے طاقت کی قیمت معلوم کی جا سکتی ہے اور یہ ظاہری طاقت 1,568 وولٹ ایمپیئر (V A) کے برابر ہے۔ یہ ظاہری طاقت وولٹ اور ایمپیئر کے حاصل ضرب کے طور پر ظاہر کی جاتی ہے اور اختصاراً اِسے وی اے 'V A' کہتے ہیں۔ 1,000 وولٹ ایمپیئر 'V A' ایک کلو وولٹ ایمپیئر 'kV A' کے برابر ہوتے ہیں۔

پیمائش شدہ مؤثر یا اصل طاقت (True power) ظاہری طاقت سے بہت کم (150 واٹ) ہوتی ہے۔ یہ اصل صَرف شدہ طاقت ڈی سی سرکٹ کی طرح واٹ میں ناپی جاتی ہے۔ اصل یا موثر طاقت، موثر مزاحمت میں صَرف ہوتی ہے جبکہ ظاہری طاقت مجموعی ظاہری مزاحمت یا مقاومت میں صَرف ہوتی ہے۔ باب 6322 میں دی گئی سمتی شکل کی مدد سے اِن کا آپس میں تعلق اچھی طرح واضح کیا جا سکتا ہے۔

مؤثر یا اصل طاقت، تعاملیتی طاقت اور ظاہری طاقت (True power, reactive power and apparent power)

مؤثر مزاحمت جو کہ برقی رَو کے ہم فیز ہوتی ہے 'R' سے ظاہر کی جاتی ہے۔ امالیتی اور گنجائشی تعاملیت کو اختصاراً 'X' سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ برقی رَو کے مقابلہ میں ان کا تفاوتِ فیز 90 درجہ ہوتا ہے۔ امالیتی یا گنجائشی تعاملیت پر منحصر یہ تفاوتِ فیز تعقیبی (lagging) یا مقدّم (leading) ہوسکتا ہے۔ مؤثر مزاحمت 'R' میں صَرف شدہ طاقت مؤثر یا اصل طاقت 'P' (true power) ہے، تعاملیت 'X' میں صَرف ہونے والی طاقت، تعاملیتی طاقت 'P_r' (reactive power) اور مقاومت یا ظاہری مزاحمت 'Z' میں صرف ہونے والی طاقت ظاہری طاقت 'P_a' (apparent power) ہوگی۔ اصل طاقت 'P' اور ظاہری طاقت 'P_a' کا آپس میں تفاوتِ فیز 'φ' ہے۔ اگر سرکٹ میں صرف تعاملیت موجود ہو تو 'P_r' اور 'P_a' برابر ہوتی ہیں اور زاویہ 'φ' 90 درجے کے برابر ہوتا ہے۔ کوائل میں مینز سے لی گئی طاقت مقناطیسی میدان پیدا کرنے میں صَرف ہو جاتی ہے اور میدان ختم ہونے پر یہ طاقت واپس مینز میں چلی جاتی ہے۔ اس طرح یہ مقناطیس انگیز طاقت 'P_r' (magnetising power) مینز میں آگے پیچھے بہتی رہتی ہے اور برقی طور پر فراہم نہیں کی جاسکتی۔ اسی لیے اس طرح صَرف ہونے والی طاقت واٹ میٹر پر بھی ظاہر نہیں ہوتی ہے۔ چونکہ تعاملیتی طاقت بے واٹ ہے۔ اس لیے اسے بے واٹ طاقت (wattless power) بھی کہتے ہیں۔

I 64/I اے سی سرکٹ میں طاقت

زاویہ 'φ' زاویہ کے بازوؤں 'R' اور 'Z' کی نسبت کی مدد سے معلوم کیا جاسکتا ہے (باب 6322) لہٰذا اسے 'P' اور 'P_a' کی مدد سے بھی معلوم کرسکتے ہیں۔ یعنی

کوسائن 'φ' = $\frac{\text{اصل طاقت}}{\text{ظاہری طاقت}}$ یا $\boxed{\cos \varphi = \frac{P}{P_a}}$

مثال: مذکورہ تجربہ میں کوسائن 'φ' = $\frac{\text{اصل طاقت}}{\text{ظاہری طاقت}} = \frac{150}{1,568} = 0.096$ ۔ صفحہ 242 پر دیے گئے کوسائن کے جدول سے زاویہ 'φ' 85.5 درجہ کے برابر ہے۔

اگر سرکٹ میں صرف موثر مزاحمت ہی موجود ہو تو ظاہری طاقت، اصل طاقت کے برابر ہوتی ہے اس لیے کوسائن 'φ' ($\cos \varphi$) 1 ہوگا اور زاویہ 'φ' صفر درجہ کے برابر ہوگا۔

اگر سرکٹ میں صرف تعاملیت ہی موجود ہو تو اصل طاقت 'P' صفر ہوگی اور کوسائن 'φ' = $\frac{\text{صفر}}{\text{ظاہری طاقت}}$ = صفر
لہٰذا زاویۂ فیز 'φ' 90 درجہ ہوگا۔

مزاحمت اور اصل طاقت (Resistance and true power)

خالص موثر مزاحمت کی صورت میں اصل طاقت 'P' = برقی دباؤ 'V' × برقی رَو 'I' یا '$P = V \times I$'

خالص تعاملیت کی صورت میں اصل طاقت 'P' = صفر یا $P = 0$

ظاہری طاقت کو' cos φ ' سے ضرب دے کر مندرجہ ذیل قیمتیں حاصل کی گئی ہیں۔ اس طرح

$$P = V \times I \times \cos\varphi$$

اگر اومی مزاحمت کی صورت میں ' cos φ ' کی قیمت 1 درج کی جائے تو

$$P = V \times I \times 1 = V \times I$$

اور تعاملیت کے لیے

$$P = V \times I \times 0 = 0$$

اصل طاقت کی تمام ممکنہ قیمتیں ان قیمتوں کے درمیان ہوتی ہیں اور یہ گراف کی مدد سے بڑی آسانی سے معلوم کی جاسکتی ہیں سمتی شکل میں ظاہری طاقت کا سمتی خط 0° سے 90° تک گھما کر متعلقہ نقاط سے عمود گرا کر اصل طاقت معلوم کی جاسکتی ہے۔ 'φ' صفر ہونے کی صورت میں افقی خط جس کی مدد سے متعلقہ اصل طاقت معلوم کی جاسکتی ہے ظاہری طاقت کے برابر ہوگا۔ جوں جوں زاویۂ فیز بڑھتا جاتا ہے اصل طاقت کم ہوتی جاتی ہے حتیٰ کہ جب زاویۂ فیز 90° ہوتا ہے تو یہ صفر ہوجاتی ہے۔ اس سے ظاہر ہے کہ زاویۂ فیز اور اس طرح کوسائن 'φ' متعلقہ اصل طاقت پر اثر انداز ہوتا ہے۔

I 64/II زاویۂ فیز اور اصل طاقت کا حصّہ

نوٹ | چونکہ کوسائن 'φ' اصل طاقت کی قیمت پر اثر انداز ہوتا ہے اس لیے اِسے جزوِ طاقت یا پاور فیکٹر (power factor) کہتے ہیں۔

طاقت کے فارمولے

مذکورہ بالا وضاحت کے پیشِ نظر اے سی سرکٹ میں اصل طاقت مندرجہ ذیل کلیہ سے معلوم کی جاسکتی ہے:

$$P = V \times I \times \cos\varphi$$

اگر 'V' وولٹ اور 'I' ایمپیئر میں ہو تو 'P' واٹ میں ہوگی۔

ظاہری طاقت وی اے (VA) میں مندرجہ ذیل کلیہ سے معلوم کی جاتی ہے:

$$P_a = V \times I$$

تعاملی طاقت مسئلۂ فیثا غورث کی رُو سے مثلث 'MAB' (I64/I) سے معلوم کی جاسکتی ہے (باب 6322)

$$P_r^2 = P_a^2 - P^2$$

$$P_r = \sqrt{P_a^2 - P^2}$$

سائن φ (sin φ) زاویۂ φ کے سامنے والے ضلع اور مثلث 'MAB' (شکل نمبر I 64/I صفحہ 197) کے وتر کی نسبت کے برابر ہے۔ کسی زاویہ کے لیے متعلقہ نسبت تتمہ میں دیے گئے سائن کی جدول (صفحہ 242) کی مدد سے معلوم کی جاسکتی ہے۔

چونکہ 'P_r' زاویۂ φ کے بالمقابل ضلع ہے اور 'P_a' وتر ہے۔ اس لیے

$$\sin\varphi = \frac{P_r}{P_a}$$

یعنی تعاملیتی طاقت 'P_r' = ظاہری طاقت 'P_a' × سائن φ ۔ چونکہ ظاہری طاقت 'P_a' = '$I \times V$' اس لیے

$$P_r = V \times I \times \sin\varphi$$

تعاملیتی طاقت (reactive power) کو تعاملیتی وولٹ ایمپیئر (voltampere reactive) اختصاراً 'VAr' یا تعاملیتی کلو وولٹ ایمپیئر (kilovoltampere reactive) اختصاراً kVAr میں ناپا جاتا ہے۔ ری ایکٹو یا تعاملیتی سے مراد تعاملیت کا ردِعمل ہے۔

ظاہری برقی رو، اصل برقی رَو اور تعاملیتی برقی رَو

(Apparent current, effective current and reactive current)

برقی رَو کے ظاہری، اصل اور تعاملیتی اجزا مذکورہ بالا طاقتوں کو برقی دباؤ سے تقسیم کر کے معلوم کیے جا سکتے ہیں۔

'$P_a = V \times I$' سے ظاہری برقی رَو 'I_a' معلوم کی جا سکتی ہے :

$$I_a = \frac{P_a}{V}$$

$$= \frac{V \times I}{V} = I$$

'$P = V \times I \times \cos\varphi$' سے اصل یا موثر برقی رو 'I' کی قیمت معلوم کی جا سکتی ہے :

$$I = \frac{V \times I \times \cos\varphi}{V} = I \times \cos\varphi$$

'$P_r = V \times I \times \sin\varphi$' سے تعاملیتی برقی رَو '$I_r$' کی قیمت معلوم کی جا سکتی ہے :

$$I_r = \frac{V \times I \times \sin\varphi}{V} = I \times \sin\varphi$$

تعاملیتی برقی رَو کی تلافی (Compensation of reactive current)

تعاملیتی طاقت کی وجہ سے بننے والی تعاملیتی برقی رَو موصل میں آگے پیچھے بہتی رہتی ہے اور اس طرح موصل پر لوڈ ڈالتی ہے۔ اس طرح یہ ایک اضافی وولٹیج ڈراپ کے علاوہ موصل کو گرم بھی کر دیتی ہے۔ یہ ضیاع بجلی گھروں کے لیے ناقابلِ برداشت ہوتے ہیں۔ چونکہ ان کو کم رکھنے کے لیے زیادہ عمودی تراش والے رقبہ کے کیبل استعمال کرنے پڑتے ہیں۔

مثال 1 : ایک اے سی موٹر 220 وولٹ پر لگائی گئی ہے اور یہ 3 ایمپیئر برقی رَو لیتی ہے۔ سرکٹ میں لگایا گیا واٹ میٹر 400 واٹ کی طاقت ظاہر کرتا ہے۔ ظاہری طاقت، جزِطاقت، تفاوتِ فیز اور تعاملیتی طاقت معلوم کریں۔

معلوم : $V = 220V \quad I = 3A \quad P = 400$

مطلوب : P_a ; φ ; $\cos\varphi$; $P_r = ?$

حل : $P_a = V \times I = 220 \times 3 = 660VA$

$$\cos\varphi = \frac{P}{P_r} = \frac{500}{600} = 0.758$$

کوسائن کی جدول کی مدد سے 0.758 سے متعلقہ زاویہ فیز 'φ' 40.7 درجہ ہے۔

سائن کی جدول سے $40.7°$ کی قیمت 0.652 ہے۔

$$\therefore P_r = V \times I \times \sin\varphi = 220 \times 3 \times 0.652 = 430 \text{ VAr}$$

جواب : موٹر کی ظاہری طاقت 660 وی اے ہے۔ جزِطاقت 0.758 اور زاویۂ فیز 'φ' $40.7°$ ہے جبکہ تعاملیتی طاقت 430 وی اے آر کے برابر ہے۔

مثال 2: نیم پلیٹ کے مطابق ایک اے سی موٹر 220 وولٹ اور 0.8 جزِطاقت پر 5.68 ایمپیئر برقی رَو صَرف کرتی ہے۔ موٹر کی ظاہری طاقت، اصل طاقت، تعاملیتی طاقت اور زاویۂ فیز معلوم کریں۔

معلوم : $V=220V$ $I=5.68\ A$ $\cos\varphi=0.8$

مطلوب : $P_a;\ P;\ P_r=?$

حل : $P_a=V\times I=220\times5.68=1{,}250\ VA=1.25\ kVA$

$=220\times5.68\times0.8=1000W=1kW$

کوسائن کی جدول سے 0.8 کے لیے زاویہ کی قیمت 36.9° ہے۔

سائن کی جدول سے 36.9° کی قیمت 0.6 ہے۔

$P_r=V\times I\times\sin\varphi=1{,}250\times0.6=750\ VAr$

جواب : موٹر کو فراہم کردہ ظاہری طاقت 1,250 وی اے، اصل طاقت 1,000 واٹ اور تفاوتِ فیز 36.9° ہے جبکہ تعاملیتی طاقت 750 وی اے آر ہے۔

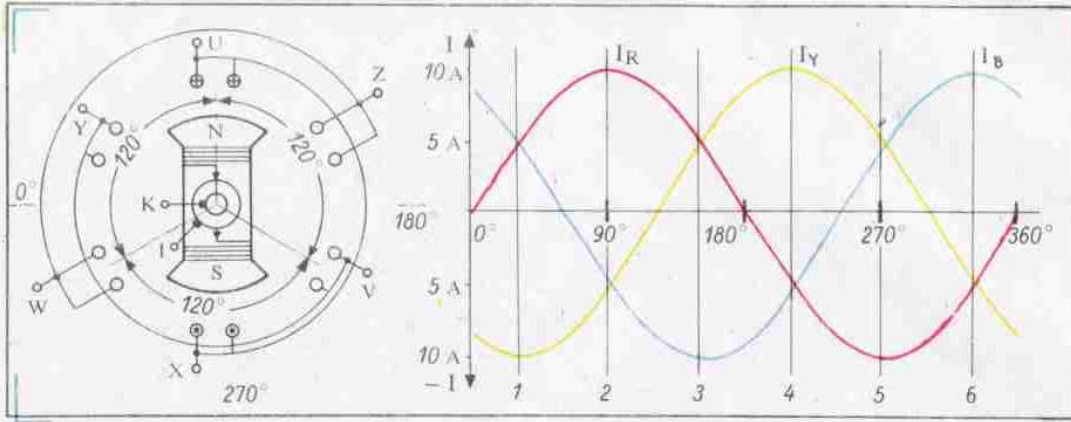
641 **سوالات:** (1) 100 واٹ کے بلب کو 220 وولٹ کے اے سی سرکٹ میں لگایا گیا ہے۔ بلب میں سے کتنی برقی رَو گزرے گی؟ (2) ظاہری طاقت، اصل طاقت اور تعاملیتی طاقت سے کیا مُراد ہے؟ (3) مینز سے حاصل کردہ تعاملیتی طاقت کو کیسے کم رکھا جاسکتا ہے؟ (4) جزِطاقت کیسے معلوم کیا جاسکتا ہے؟ (5) ایک اے سی جنریٹر 220 وولٹ پر 100 کے وی اے فراہم کرتا ہے (ا) اگر مینز کا جزِطاقت 1 اور 0.6 ہو تو دونوں صورتوں میں اصل طاقت معلوم کریں۔ (ب) دونوں صورتوں میں تعاملیتی طاقت کیا ہوگی؟ (ج) اگر دوسری صورت میں بھی فراہم کردہ اصل طاقت پہلی صورت میں فراہم کردہ اصل طاقت کے برابر ہی رکھنی ہو تو کیا کرنا چاہیے؟ (د) اقتصادی نقطۂ نظر سے جنریٹر کا جزِطاقت کیا ہونا چاہیے؟ (6) ایک چوکنگ کوائل (choking coil) 220 وولٹ پر 0.3 ایمپیئر برقی رَو صرف کرتا ہے اگر پیمائش کردہ اصل طاقت 33 واٹ ہو تو (ا) ظاہری طاقت اور تعاملیتی طاقت کیا ہوگی؟ (ب) جزِطاقت معلوم کریں۔ (ج) زاویۂ فیز کیا ہوگا؟ (د) تعاملیتی برقی رَو کی قیمت معلوم کریں۔ (7) وولٹ میٹر، ایم میٹر اور واٹ میٹر کی مدد سے کسی آلہ کا جزِ طاقت کیسے معلوم کیا جاسکتا ہے؟ (8) کیا وجہ ہے بجلی سپلائی کرنے والی کمپنیاں اِس بات پر زور دیتی ہیں کہ جزِطاقت جس قدر ممکن ہوسکے ایک کے قریب ہونا چاہیے اور صارفین کے لیے قانونی طور پر بہتر جزِطاقت رکھنا لازم ہوتا ہے؟ (9) ایک 5 لِٹر کے واٹر ہیٹر کی نیم پلیٹ کے مطابق اس کی طاقت 2 کلوواٹ ہے اور اسے 220 وولٹ پر لگایا گیا ہے۔ اس کی مدد سے پانی کو 6 درجہ سنٹی گریڈ سے 100 درجہ سنٹی گریڈ تک گرم کرنا مقصود ہے۔ اگر ضیاع 20 فیصد ہو تو کتنے کلوواٹ آور صَرف ہوں گے؟ پانی 100 درجہ سنٹی گریڈ تک کتنے وقت میں گرم ہوجائے گا؟ (10) 7.5 ہارس پاور کی ایک اے سی موٹر 6 گھنٹوں میں 40 کلوواٹ آور صَرف کرتی ہے۔ فُل لوڈ پر اس کی اوسط استعداد کیا ہوگی؟ اگر کوسائن φ 0.75 ہو تو 220 وولٹ پر یہ موٹر کتنی برقی رَو لے گی؟ (11) 36 کے وی اے کے ایک جنریٹر کی استعداد 0.83 اور جزِطاقت 0.9 ہے۔ اسے چلانے کے لیے کتنی ہارس پاور کا سٹیم انجن درکار ہوگا؟ (12) تانبے سے بنی ہوئی ایک اے سی لائن کی لمبائی 1,000 میٹر ہے اور اس کی عمودی تراش کا رقبہ 35 مربع ملی میٹر ہے۔ اگر اس پر 220 وولٹ اور 0.6 جزِطاقت کا 15 کلوواٹ کا لوڈ ہو تو اس لائن میں طاقت کا ضیاع معلوم کریں۔

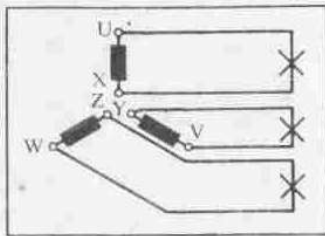
65 سہ فیز یا تھری فیز برقی رَو (The three phase current)

651 آلٹرنیٹنگ کرنٹ (Alternating current)

اگر کسی اے سی جنریٹر میں ایک کوائل کی بجائے تین کوائل لگے ہوں جن کا آپس میں فاصلہ °120 ہو تو ان تینوں کوائلوں میں آلٹرنیٹنگ برقی دباؤ پیدا ہوتا ہے جس کی وجہ سے سرکٹ میں آلٹرنیٹنگ کرنٹ بہے گی۔ یہ شکل نمبر I 651/I میں دکھائی گئی ہیں۔

I 651/I سہ فیز برقی رَو

کوائلوں کو سامنے دیئے گئے انداز سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

کوائل	آغاز	اختتام
1	U	X
2	V	Y
3	W	Z

ہر کوائل میں آلٹرنیٹنگ وولٹیج پیدا ہوتا ہے۔ اس طرح تین آلٹرنیٹنگ وولٹیج حاصل ہوتے ہیں جن کا ایصال 6 تاروں کے ذریعہ کیا جا سکتا ہے (شکل نمبر I 651/II)۔ بجلی کے صارفین کو ان کے ساتھ ملایا جا سکتا ہے۔ البتہ سادہ اے سی جنریٹر کے مقابلہ میں اس کا کوئی فائدہ نہیں ہے۔ اس آلٹرنیٹنگ وولٹیج کی وجہ سے بہنے والی **تینوں آلٹرنیٹنگ کرنٹ کا گراف** ظاہر کرتا ہے کہ یہ آپس میں ہم فیز نہیں ہیں بلکہ کوائلوں کی طرح ان کے درمیان بھی 120 درجہ کا تفاوتِ فیز ہوتا ہے۔ افقی حالت میں (90 درجہ پر) گردشی مقناطیسی میدان کوائل 'U–X' میں انتہائی برقی دباؤ اور برقی رَو پیدا کرتا ہے (دکھائی گئی حالت)۔ ایک تہائی چکر یعنی °120 کے بعد کوائل 'V–Y' میں پیدا شدہ برقی دباؤ اور برقی رَو اپنی انتہائی قیمت تک پہنچ جاتے ہیں اور مزید °120 کے بعد کوائل 'W–Z' میں پیدا شدہ برقی دباؤ اور برقی رَو اپنی انتہائی قیمت تک پہنچ جاتے ہیں۔ پیدا شدہ برقی دباؤ کی وجہ سے سرکٹ میں بہنے والی برقی رَو کو مندرجہ ذیل طریقہ سے ظاہر کیا جاتا ہے:

I 651/II غیر مربوط سہ فیز اے سی

کوائل 'U–X' میں بطور 'I_R' کوائل 'V–Y' میں بطور 'I_Y' اور کوائل 'W–Z' میں بطور 'I_B'۔

مجموعی برقی رَو ۔ فرض کریں کہ برقی رَو کی انتہائی قیمت 10 ایمپیر ہے۔نقاط 1 تا 6 پر منفی اور مثبت برقی رَو کی قیمتوں کو جمع کریئے

نقطہ 1 پر $I_R = +5\,A;\quad I_Y = +5\,A;\quad I_B = -10\,A$

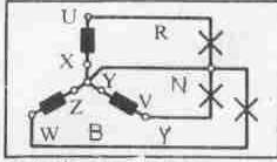
$$I_R + I_Y + I_B = 5+5-10$$
$$= 0$$

یعنی 'I_R' ، 'I_Y' اور 'I_B' کا مجموعہ صفر کے برابر ہے۔

نقطہ 2 پر $I_R = +10\,A;\quad I_Y = -5A;\quad I_B = -5A$

$$I_R + I_Y + I_B = +10-5-5 = 0$$

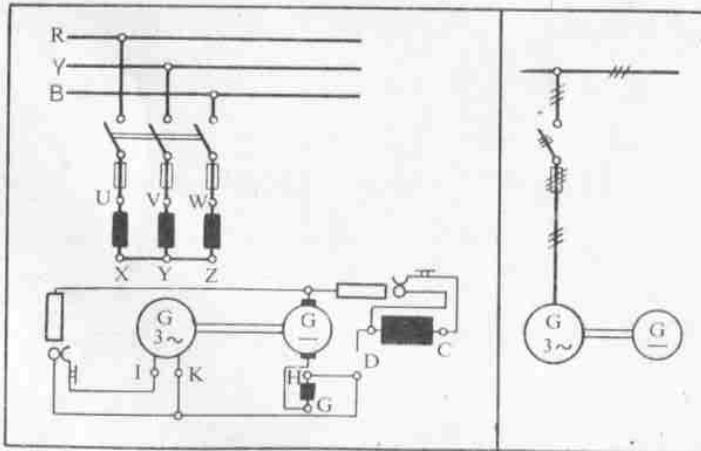
یعنی 'I_R' ، 'I_Y' اور 'I_B' کا مجموعہ صفر کے برابر ہے۔

اسی طرح نقاط 3، 4، 5 اور 6 پر بھی تینوں فیزوں کی مجموعی برقی رَو صفر ہوگی۔اس لیے اگر تینوں کوائلوں میں برقی رَو یکساں ہو تو بلب کے سرکٹ میں واپسی موصلوں کو آپس میں ملا دینے سے ان میں سے کوئی برقی رَو نہیں گزرے گی۔ لہٰذا کوائلوں کے اختتامی سروں 'X' 'Y' اور 'Z' کو آپس میں جوڑنے سے اس موصل کو مکمل طور پر نظر انداز کیا جاسکتا ہے۔

I 651/III باہم مربوط سہ فیز اے سی

عملی طور پر انفرادی کوائلوں اور موصلوں میں برقی رَو کبھی بھی بالکل یکساں نہیں ہوتی ہے اس لیے کوائلوں کے درمیانی نقطہ کے ساتھ ایک واپسی موصل بھی لگایا جاتا ہے جو کہ غیر متوازن برقی رَو کی ترسیل کے لیے استعمال ہوتا ہے۔اس طرح دو موصلوں کی بچت ہو جاتی ہے۔ درمیانی نقطہ سے ملا ہوا یہ موصل نیوٹرل یا تعدیلی موصل کہلاتا ہے۔بعض اوقات اسے درمیانی نقطہ کا موصل یا ایم پی موصل بھی کہتے ہیں۔تین خارجی موصل 'R' ، 'Y' اور 'B' سے ظاہر کیے جاتے ہیں اور کوائلوں کے آغازی نقاط کو 'U' ، 'V' اور 'W' سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

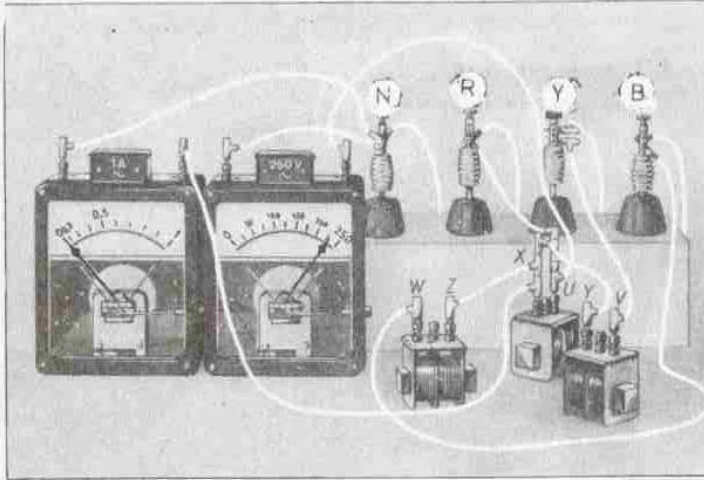
سہ فیز برقی رَو۔ ہر خارجی موصل میں حالتِ فیز شکل نمبر I 651/I کے مطابق ہوتی ہے۔تینوں کوائلوں کے اختتامی سروں 'X' ، 'Y' اور 'Z' کو ملانے سے حاصل شدہ برقی رَو باہم مربوط یا سہ فیز برقی رَو کہلاتی ہے۔

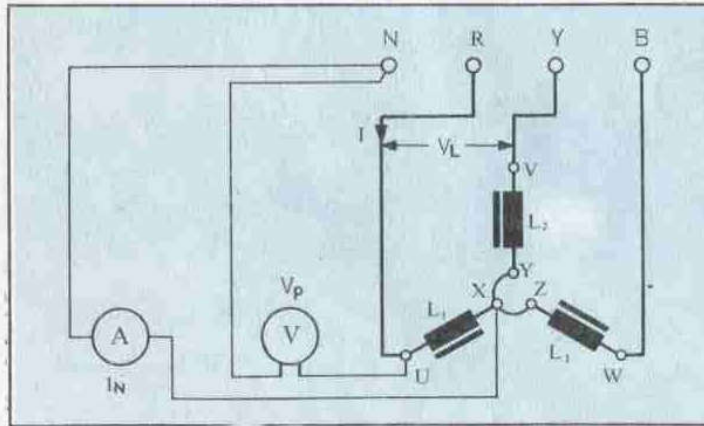
I 651/IV سہ فیز جنریٹر

سہ فیزی تنصیبات میں فیز 'R' پر سُرخ رنگ (red) فیز 'Y' پر زرد رنگ (yellow) فیز 'B' پر نیلا رنگ (blue) اور تعدیلی موصل پر سفید رنگ کا نشان لگا دیا جاتا ہے۔جرمنی میں DIN 40705 کے مطابق ان پر علی الترتیب زرد، سبز اور بنفشی رنگ کے نشان ہوتے ہیں جبکہ تعدیلی موصل پر سفید نشان ہوتا ہے۔

صارفین کو سہ فیز برقی دباؤ سے مندرجہ ذیل دو طریقوں سے جوڑا جاتا ہے:

ا ۔ سٹار کنیکشن (Star connection)

ب ۔ ڈیلٹا کنیکشن (Delta connection)

ا ۔ سٹار کنیکشن کے لیے تجربات ۔ 3600 واٹ کے تین کوائل تین بیرونی موصلوں کے ساتھ جوڑیں اور نیوٹرل موصل اس نقطہ پر لگائیں جہاں پر کوائلوں کے بقیہ تین سرے آپس میں جوڑے گئے ہیں۔ چونکہ تینوں کوائلوں کو سٹار کی شکل میں جوڑا گیا ہے اس لیے اس قسم کے کنیکشن کو سٹار کنیکشن کہتے ہیں۔ تینوں کوائلوں کے نقطہ اتصال کو سٹار پوائنٹ کہتے ہیں۔ نیوٹرل موصل کو سٹار پوائنٹ سے جوڑا جاتا ہے۔ اگر نیوٹرل موصل میں برقی رو کی پیمائش کی جائے تو میٹر کی سوئی حرکت نہیں کرتی۔ نیوٹرل موصل میں کوئی برقی رو نہیں ہوتی ہے۔

نتیجہ :

1 اگر تین بیرونی موصلوں پر یکساں لوڈ ہو تو نیوٹرل موصل میں سے کوئی برقی رو نہیں گزرتی۔

E 651/I سٹار کنیکشن

اگر نیوٹرل موصل ہٹا لیا جائے تو برقی رو اور برقی دباؤ میں کوئی تبدیلی پیدا نہیں ہوتی۔

2 متوازن لوڈ کی صورت میں نیوٹرل موصل کی ضرورت نہیں ہوتی۔

اگر سہ فیز ٹرانسفارمر اور موٹر کے عملی استعمال میں متوازن لوڈ متوقع ہو تو کوائلوں کو سٹار پوائنٹ پر جوڑ دیا جاتا ہے اور نیوٹرل موصل استعمال نہیں کیا جاتا۔

اگر تجربہ میں مختلف مزاحمتوں کے مثلاً 1200 چکروں، 1800 چکروں اور 3600 چکروں والے کوائل استعمال کیے جائیں اور نیوٹرل موصل میں برقی رَو کی پیمائش کریں تو معلوم ہوگا کہ:

3 | بیرونی موصلوں پر غیر متوازن لوڈ کی صورت میں نیوٹرل موصل میں سے غیر متوازن برقی رَو (compensating current) گزرتی ہے۔

اگر متوازن لوڈ کی صورت میں بیرونی موصلوں پر برقی رَو کی پیمائش کی جائے تو معلوم ہوگا کہ:

4 | بیرونی موصلوں میں یکساں مقدار کی برقی رَو بہتی ہے۔

بیرونی موصل میں سے گزرنے والی برقی رَو 'I' ہے۔ کوائل کنڈکٹر میں سے سٹار پوائنٹ کی طرف بہنے والی کوائل کرنٹ کی مقدار بھی I کے برابر ہوگی۔ اس طرح لائن کرنٹ 'I_L' فیز کرنٹ 'I_P' کے برابر ہوتی ہے۔

$$I_L = I_P$$

سٹار کنیکشن کی صورت میں بیرونی موصلوں میں برقی رَو یعنی لائن کرنٹ کوائل کرنٹ یعنی فیز کرنٹ کے برابر ہوتی ہے۔

ماحصل برقی دباؤ

بیرونی موصلوں یعنی 'R' اور 'Y' کے درمیان برقی دباؤ (لائن وولٹیج):

$$V_L = 380V$$

بیرونی موصل اور سٹار پوائنٹ کے درمیان برقی دباؤ (فیز وولٹیج):

$$V_P = 220V$$

اگر لائن وولٹیج کو فیز وولٹیج پر تقسیم کیا جائے تو

$$\frac{V_L}{V_P} = \frac{380}{220} = 1.73 = \sqrt{3}$$

اس لیے لائن وولٹیج، فیز وولٹیج کا 1.73 گنا ہوتا ہے۔

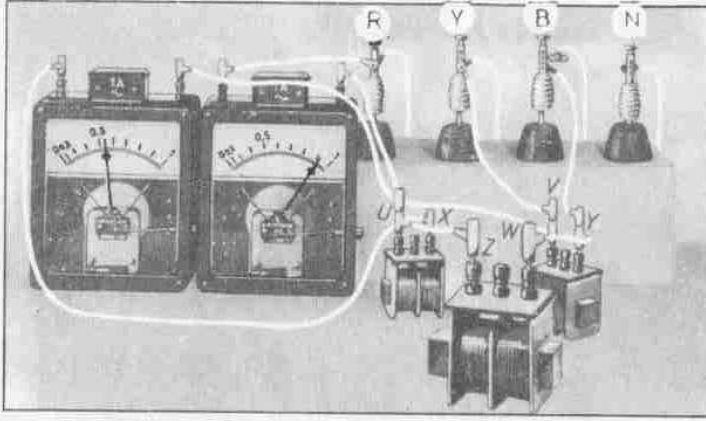
$$V_L = 1.73 V_P$$

لہٰذا سٹار کنیکشن کی صورت میں دو قسم کے وولٹیج دستیاب ہوتے ہیں۔

1 - بیرونی یا لائن وولٹیج $V_L = 1.73 \times V_P$

2 - کوائل یا فیز وولٹیج $V_P = \frac{V_L}{1.73}$

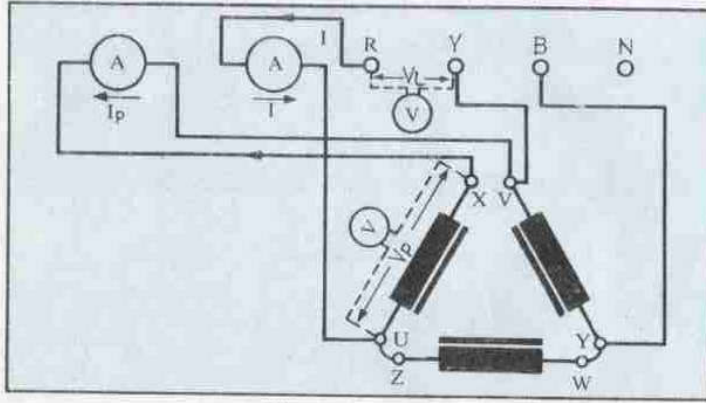
بلبوں کے لوڈ کی صورت میں اور گھریلو لوڈ (domestic load) کے لیے 220 وولٹ کا فیز وولٹیج استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ برقی دباؤ ایک لائن اور نیوٹرل سے حاصل کیا جاتا ہے۔ ان دونوں موصلوں پر بلب وغیرہ کا لوڈ لگایا جاتا ہے۔ چونکہ نیوٹرل میں برقی رَو صفر رکھنے کے لیے متوازن لوڈ کی ضرورت ہوتی ہے اس لیے جہاں تک ممکن ہو سکے لائیٹنگ لوڈ تینوں لائنوں پر یکساں تقسیم کرنا چاہیے۔ ایسے صنعتی صارفین کے لیے جو تینوں لائنوں پر یکساں برقی رَو چاہتے ہوں، ان کو براہِ راست تینوں لائنوں سے سہ فیز برقی رَو مہیا کی جاتی ہے اور نیوٹرل کی ضرورت نہیں ہوتی۔ بجلی کے چولہوں اور موٹروں کی صورت میں ایسا ہی ہوتا ہے۔

ب ۔ ڈیلٹا کنیکشن کے لیے تجربات ۔ اس صورت میں 3600 چکروں کے آئرن کور والے تین کوائل بیرونی موصلوں 'R'، 'Y' اور 'B' کے ساتھ اس طرح جوڑیں کہ ہر کوائل کا ابتدائی سرا بیرونی موصل اور پچھلے والے کوائل کے اختتامی سرے سے مل جائے ۔ یعنی 'R' کے ساتھ 'U' اور 'Z' کو 'Y' کے ساتھ 'V' اور 'X' کو اور 'B' کے ساتھ 'W' اور 'Y' کو جوڑیں ۔

E 651/II ڈیلٹا کنیکشن

چونکہ کوائل یونانی حرف ڈیلٹا (Δ) کی شکل میں جوڑے گئے ہیں اس لیے اسے ڈیلٹا کنیکشن کہتے ہیں۔

کوائل کے آغازی سرے علی الترتیب تینوں بیرونی موصلوں (لائینوں) کے ساتھ لگائیں۔ ڈیلٹا کنیکشن کی صورت میں نیوٹرل دستیاب نہیں ہوتا۔ لہٰذا یہ کنیکشن تین لائینوں کے یکساں لوڈ کی صورت میں استعمال کیا جاتا ہے۔ تینوں لائینوں میں برقی رَو کی پیمائش کریں۔

نتیجہ :

ڈیلٹا کنیکشن میں تینوں لائینوں کی مجموعی برقی رَو صفر ہوتی ہے ۔

بیرونی موصلوں میں برقی رَو کو 'I_L' سے ظاہر کریں تو پیمائش کردہ لائن کرنٹ 'I_L' 0.92 ایمپیر ہے۔

کوائل میں برقی رَو کی پیمائش کردہ مقدار 'I_P' 0.53 ایمپیر ہے۔

لائن کرنٹ کو کوائل کرنٹ (فیز کرنٹ) سے تقسیم کرنے سے

$$\frac{I_L}{I_P} = \frac{0.92}{0.53} = 1.73$$

لائن کرنٹ فیز کرنٹ کا 1.73 گنا ہوتی ہے

$$I_L = 1.73\ I_P$$

بیرونی موصلوں کے درمیان پیمائش کردہ برقی دباؤ (لائن وولٹیج) 'V_L' 380 وولٹ ہے۔

اگر کوائلوں پر برقی دباؤ کی پیمائش کی جائے تو کوائل وولٹیج یا فیز وولٹیج 'V_P' بھی 380 وولٹ ہوگا۔

نتیجہ | ڈیلٹا کنیکشن کی صورت میں لائن وولٹیج کوائل یا فیز وولٹیج کے برابر ہوتا ہے۔

$$V_L = V_P$$

ڈیلٹا کنیکشن کا استعمال۔ ڈیلٹا کنیکشن یکساں لوڈ کی صورت میں استعمال کیا جاتا ہے۔ فیز وولٹیج سٹار کنیکشن کی نسبت 1.73 گنا زیادہ ہوتا ہے اس لیے سوئچ 'آن' کرنے سے پہلے یہ دیکھ لینا چاہیے کہ آلات کس لائن وولٹیج کے لیے بنائے گئے ہیں سہ فیز برقی موٹروں کی نیم پلیٹ پر ہمیشہ دو نامی وولٹیج درج ہوتے ہیں مثلاً 220/380 اگر 3×220 کے وولٹیج دستیاب ہوں تو اسے ڈیلٹا میں جوڑا جاتا ہے۔ چونکہ '$V_P = V_L$' اس لیے ہر کوائل پر پورے لائن وولٹیج کا اطلاق ہوگا۔ کوائل اسی وولٹیج کے لیے بنائے جاتے ہیں۔

سٹار کنیکشن کا استعمال۔ اگر 3×380 کی لائن وولٹیج دستیاب ہوں تو کوائل کو سٹار میں جوڑا جاتا ہے چونکہ '$V_P = \frac{V_L}{1.73}$' یعنی 220 وولٹ کے برابر ہے اس لیے ہر کوائل پر 220 وولٹ کا برقی دباؤ ہوگا۔ یہ کوائلوں کا مباح برقی دباؤ ہے۔ اگر کوائل ڈیلٹا میں لگا دیے جائیں تو ان پر مباح برقی دباؤ کا 1.73 گنا برقی دباؤ ظاہر ہوگا اور یہ اوور لوڈ ہو جائیں گے۔ نیم پلیٹ پر دی گئی کم مقدار کے وولٹیج کی صورت میں ڈیلٹا کنیکشن استعمال ہوگا اور زیادہ مقدار کے وولٹیج کی صورت میں سٹار کنیکشن استعمال ہوگا۔

652 سہ فیز سرکٹ میں طاقت (Power in three phase circuit)

اے سی طاقت 'P' کے لیے

$$P = V \times I \times \cos\varphi$$

چونکہ ہر کوائل میں برقی طاقت پیدا یا صرف ہوتی ہے اس لیے سہ فیز برقی رَو کی صورت میں تین اے سی طاقتیں ہوتی ہیں۔ لہٰذا تینوں کوائلوں کی طاقتوں کا مجموعہ کل طاقت کے برابر ہے۔

$$P = 3 \times P_P$$
$$= 3 \times V_P \times I_P \times \cos\varphi$$

سٹار کنیکشن کی صورت میں

$$I_P = I_L \; ; \; V_P = \frac{V_L}{1.73}$$

مذکورہ بالا فارمولے میں یہ قیمتیں درج کرنے سے

$$P = 3 \times \frac{V_L}{1.73} \times I_L \times \cos\varphi$$

چونکہ $3 = 1.73 \times 1.73$ اس لیے

$$P = \frac{1.73 \times 1.73}{1.73} \times V_L \times I_L \times \cos\varphi$$

$$P = 1.73 \times V_L \times I_L \times \cos\varphi$$

ڈیلٹا کنکشن کی صورت میں

$V_P = V_L$

$I_P = \frac{I_L}{1.73}$

اگر ان قیمتوں کو کوائل کی طاقت کے فارمولے میں درج کیا جائے تو

$P = 3 \times V_L \times \frac{I_L}{1.73} \times \cos\varphi$

$P = \frac{1.73 \times 1.73}{1.73} I_L \times V_L \times \cos\varphi$

$P = 1.73 \times V \times I \times \cos\varphi$

سہ فیز طاقت کا فارمولا۔ اگر لائن وولٹیج اور لائن کرنٹ کی پیمائش کردہ اصل قیمتیں استعمال کی جائیں تو طاقت کے فارمولے کا اطلاق ڈیلٹا اور سٹار دونوں کنیکشنوں پر ہوتا ہے۔

$$P = 1.73 \times V \times I \times \cos\varphi$$

خالص اومی مزاحمت کی صورت میں کوسائن 'φ' ایک کے برابر ہوتا ہے اور طاقت کا فارمولا مندرجہ ذیل صورت اختیار کر لیتا ہے۔

$P = 1.73 \times V \times I$

مثال 1 : ایک سہ فیز موٹر 0.82 جز طاقت والے 380 وولٹ کے ساتھ لگائی گئی ہے۔ موٹر 2.52 ایمپیئر برقی رَو صَرف کرتی ہے۔ موٹر کی حاصل کردہ طاقت کتنی ہوگی؟

معلوم : $V_L = 380\ V \quad I_L = 2.52\ A \quad \cos\varphi = 0.82$

مطلوب : $P = ?$

حل : $P = 1.73 \times V_L \times I_L \times \cos\varphi$

$= 1.73 \times 380 \times 2.52 \times 0.82 = 1{,}360\ W$

جواب : موٹر کی حاصل کردہ طاقت 1,360 واٹ ہے۔

مثال 2 : 2 ہارس پاور کی ایک موٹر کو 380 وولٹ کے برقی دباؤ پر لگانا ہے۔ اس کی استعداد 79.5 فیصد اور اس کا جزو طاقت یا پاور فیکٹر ($\cos\varphi$) 0.8 ہے۔ صَرف شدہ برقی رَو کی قیمت معلوم کریں۔

معلوم : $P = 2\ hp\ ;\ V_L = 380\ V\ ;\ \eta = 0.795\ ;\ \cos\varphi = 0.8$

مطلوب : $I_L = ?$

حل : $P_{out} = 2\ hp = 2 \times 746 = 1492\ W$

$\because \quad \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$

$\therefore \quad P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{1{,}492 \times 1000}{795} = 1{,}877\ W$

$P = 1.73 \times V_L \times I_L \times \cos\varphi$

$\therefore \quad I_L = \frac{P}{1.73 \times V_L \times \cos\varphi} = \frac{1877}{1.73 \times 380 \times 0.8} = 3.56\ A$

جواب : موٹر 3.56 ایمپیئر کرنٹ صَرف کرتی ہے۔

مثال 3 : 380 وولٹ پر لگائی گئی ایک موٹر 15.8 ایمپیئر کرنٹ صَرف کرتی ہے۔ سرکٹ میں لگایا گیا واٹ میٹر فل لوڈ پر 8.83 کلوواٹ کی طاقت ظاہر کرتا ہے۔ موٹر کا جزوِطاقت یعنی پاور فیکٹر معلوم کریں۔

معلوم : $I_L=15.8\ A$ $V_L=380V$ $P=8.83kW=8830W$

مطلوب : $\cos\varphi=?$

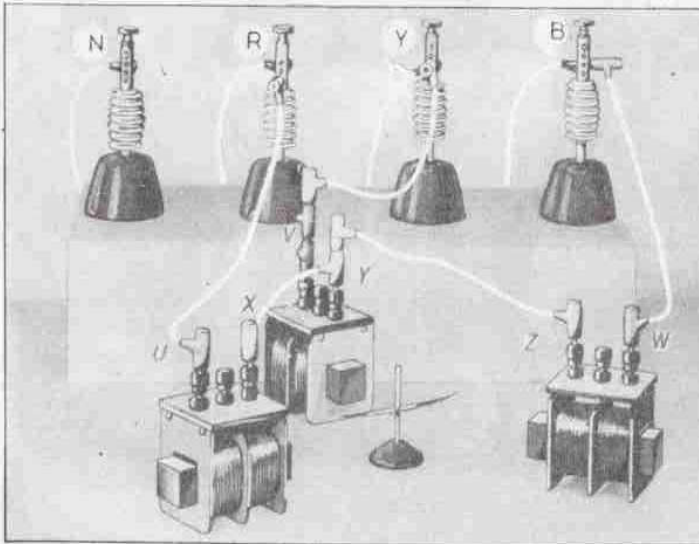
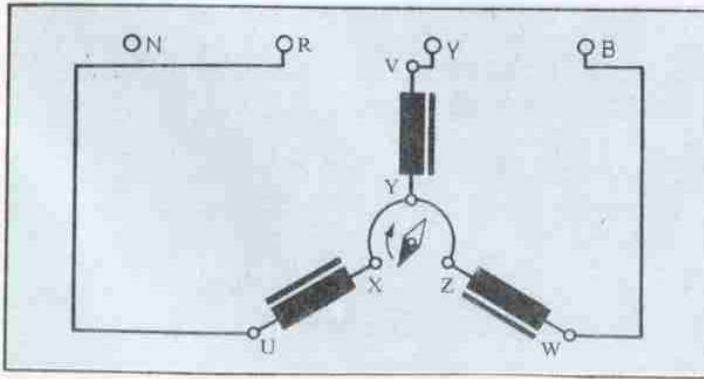
حل : $P=1.73\times V_L\times I_L\times\cos\varphi$

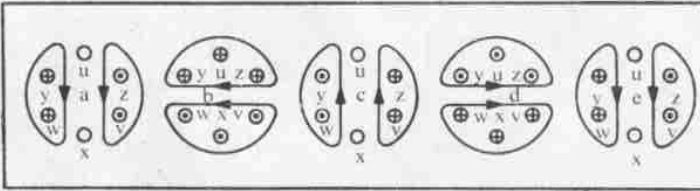
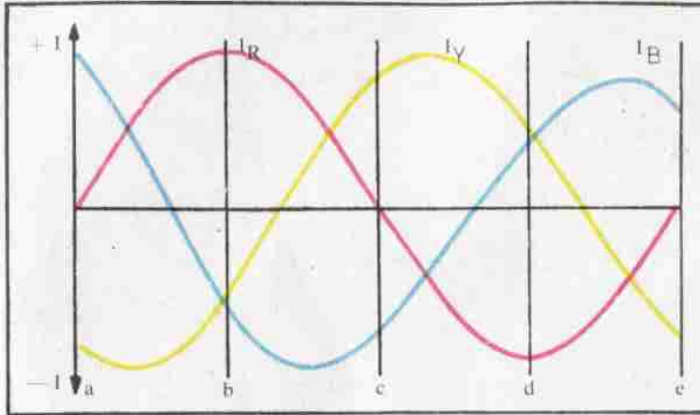
$$\cos\varphi=\frac{P}{1.73\times V_L\times I_L}$$

$$=\frac{8830}{1.73\times380\times15.8}=0.85$$

جواب : موٹر کا جزوِطاقت 0.85 ہے۔

653 گردشی مقناطیسی میدان (The rotary field)

تجربہ : آئرن کور والے تین کوائل (3600 چکّروں والے) 'R-Y-B' مینز کے ساتھ سٹار کی صورت میں جوڑے گئے ہیں۔ کوائلوں کے مرکز میں ایک حرکت پذیر مقناطیسی سوئی رکھی گئی ہے۔ جب برقی رَو آن کرتے ہیں تو مقناطیسی سوئی تیزی سے گھڑی وار سمت میں گردش کرنے لگتی ہے۔ اگر سوئی گردش کرنا شروع نہ کرے تو اسے تیزی سے دائیں طرف گھما دیں۔ اس کے بعد یہ خود ہی تیزی سے گھومنا شروع کر دے گی۔ یہ گردش صرف اُس وقت ہی وقوع پذیر ہو سکتی ہے جب مقناطیسی سوئی کا قطب شمالی سہ فیز برقی رَو کی وجہ سے کوائل میں پیدا شدہ امالی قطب جنوبی کی کشش کی وجہ سے اس کے ساتھ ہی گردش کرے۔ اس طرح کوائل میں پیدا شدہ امالی مقناطیسی میدان گھڑی کی سوئیوں کی سمت میں گردش کرتا ہے۔ اگر تینوں کوائل ڈیلٹا میں جوڑ دیے جائیں تو بھی یہی اثر ہوگا۔

E 653/1 گردشی مقناطیسی میدان

قانون | سٹار یا ڈیلٹا کنیکشن کی صورت میں 120 درجہ پر جوڑے گئے تین کوائلوں میں سہ فیز برقی رُو کی وجہ سے گردشی مقناطیسی میدان پیدا ہوتا ہے۔

گردشی مقناطیسی میدان کی بناوٹ مندرجہ ذیل شکل میں دکھائی گئی ہے۔ مندرجہ ذیل شکل میں 120 درجہ کی تفاوتِ فیز کی سہ فیز یا تھری فیز برقی رُو کی منحنیاں بنائی گئی ہیں۔اس کے نیچے تین کوائل 'U' 'V' اور 'W' دکھائے گئے ہیں۔اگر منحنیوں میں برقی رُو مثبت ہو تو کوائل کے آغازی سرے میں برقی رُو کی سمت اندر کی طرف ہوگی۔اگر برقی رُو منفی ہو تو برقی رُو کی سمت باہر کی طرف ہوگی۔ موصل میں برقی رُو کی سمت کراس یا نقطہ کے طور پر دکھائی گئی ہے۔

نقطہ 'a' پر فیز 'R' میں برقی رُو صفر ہے۔اس لیے کوائل میں سے کوئی برقی رُو نہیں گزر رہی ہے۔فیز 'Y' میں برقی رُو منفی ہے لہٰذا کوائل 'V' کے آغازی سرے میں اس کی سمت باہر کی طرف ہے اور کوائل کے اختتامی سرے 'Y' میں اس کی سمت اندر کی طرف ہے۔ فیز 'B' میں برقی رُو مثبت ہے یعنی کوائل کے آغازی سرے 'W' میں اس کی سمت اندر کی طرف ہے اور اختتامی سرے 'Z' میں باہر کی طرف ہے۔اگر موصلوں کے گرد دائرہ دار میدان بنائے جائیں تو ایک ایسا مقناطیسی میدان پیدا ہوتا ہے جس کے مقناطیسی محور کی سمت عمودی ہوتی ہے۔اگر نقاط 'b'، 'c'، 'd' اور 'e' پر کوائل میں برقی رُو کی سمت اور دائرہ دار میدانوں کی مدد سے مجموعی مقناطیسی میدان کی سمتیں بنائی جائیں تو ظاہر ہوتا ہے کہ مجموعی مقناطیسی میدان کی سمت ایک دُور (360 درجوں) میں ایک گردش مکمل کرتی ہے۔یعنی پیدا شدہ مقناطیسی میدان گردش کرتا ہے۔

1 653/1 گردشی مقناطیسی میدان کی بناوٹ

اگر فریکوئنسی 50 ہرٹز کے برابر ہو تو مقناطیسی میدان ایک سیکنڈ میں 50 چکر مکمل کرتا ہے اور ایک منٹ میں 50×60 یعنی 3000 چکر مکمل کرتا ہے۔گردشی مقناطیسی میدان اور اس کے ساتھ ساتھ مقناطیسی سُوئی بھی اسی رفتار سے گردش کرتی ہے۔

اگر بیرونی موصل 'R' اور 'Y' کوائلوں پر آپس میں بدل دیے جائیں تو گردشی مقناطیسی میدان اور مقناطیسی سوئی منقلب گھڑی وار سمت میں گھومنے لگتی ہے۔

قانون | دو بیرونی موصلوں کو آپس میں بدلنے سے گردشی مقناطیسی میدان کی سمت بھی بدل جاتی ہے۔

654 سنکرونس موٹر (The synchronous motor)

تجربہ نمبر E653/I میں مقناطیسی سُوئی اس رفتار سے گھومتی ہے جس رفتار سے گردشی مقناطیسی میدان گھومتا ہے۔ یعنی دونوں ہم آہنگی سے گھومتے ہیں۔ اگر مقناطیس طاقتور برقی مقناطیس (شکل نمبر I 654/I) ہو تو یہ آلہ سنکرونس موٹر کے طور پر استعمال کیا جاسکتا ہے۔
اگر کوائل اس طرح تقسیم کر دیے جائیں کہ ہر بیرونی موصل کے ساتھ دو کوائل لگائے گئے ہوں یعنی کُل 6 کوائل ہوں تو گردشی مقناطیسی میدان کے دو قطب کی بجائے چار قطب بن جاتے ہیں۔ یعنی قطبوں کے دو جوڑے ہوتے ہیں۔ اس لیے گردشی مقناطیسی میدان دو سائیکل میں ایک چکرّ مکمل کرے گا۔ گردشی مقناطیسی میدان کی رفتار 1500 چکر فی منٹ (r.p.m) ہوگی۔

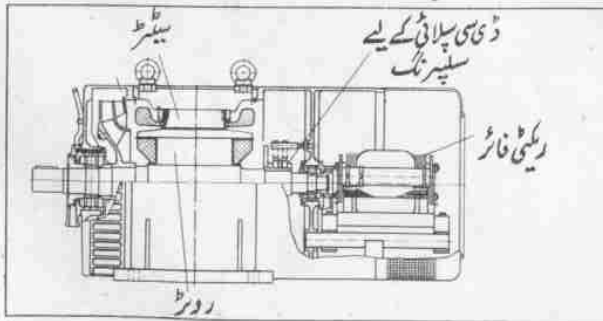
باب 613 کے رفتار کے فارمولے $n = \frac{f \times 60}{p}$ کے مطابق رفتار $\frac{60 \times 50}{2} = 1,500$ چکر فی منٹ
اس طرح قطبوں کے جوڑوں کی تعداد بڑھانے سے رفتار تبدیل کی جاسکتی ہے۔ رفتار سنکرونس سپیڈ 3000 چکر فی منٹ سے زیادہ نہیں کی جاسکتی ہے۔

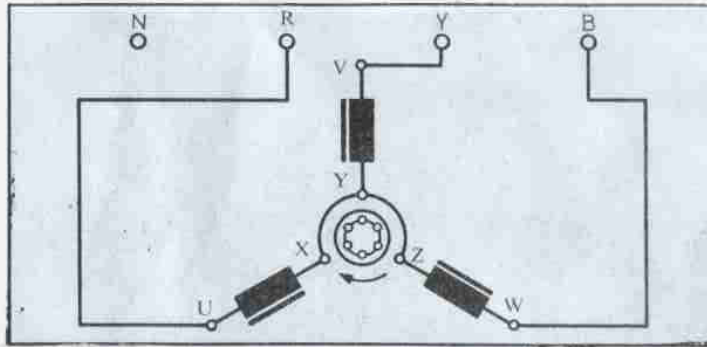
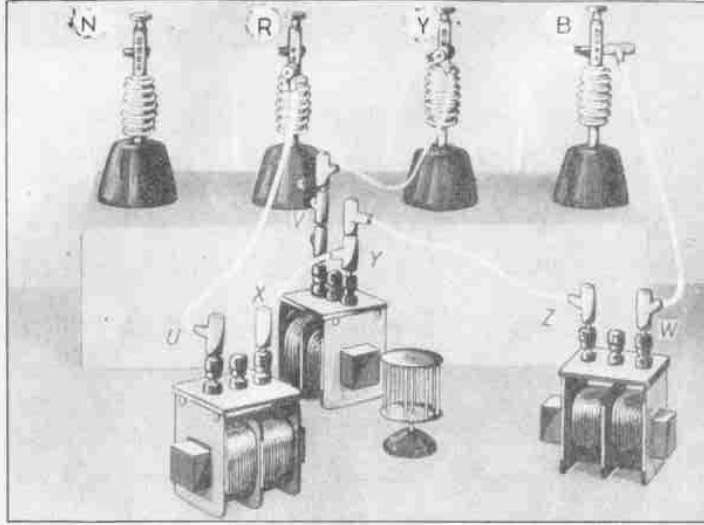
سنکرونس موٹر کی رفتار قطبوں کی تعداد تبدیل کرنے سے بدلی جاسکتی ہے لیکن رفتار میں یہ تبدیلی یکساں طور پر واقع نہیں ہوتی بلکہ فوری طور پر یکدم تبدیلی واقع ہوتی ہے۔

سنکرونس موٹر کے نقائص مندرجہ ذیل ہیں:

1۔ روٹر جسامت کی وجہ سے یہ گردشی مقناطیسی میدان کے ساتھ از خود گردش کرنا شروع نہیں کرسکتا بلکہ اسے سٹارٹ کرنے کے لیے ایک دوسری مشین کی ضرورت ہوتی ہے۔
2۔ اوورلوڈ ہونے پر یہ گردشی مقناطیسی میدان کے ساتھ ہم آہنگ نہیں رہتی اور رُک جاتی ہے۔
3۔ بڑی موٹروں کی صورت میں برقی مقناطیس کی وائینڈنگ کی برق انگیزی کے لیے ڈی سی مبدا کی ضرورت ہوتی ہے (شکل نمبر I 654/I)۔

سنکرونس موٹر کے فوائد:

1۔ اس کی رفتار یکساں ہوتی ہے جو کہ برقی گھڑیوں کے لیے ضروری ہے۔
2۔ زیادہ برق انگیزی کی صورت میں یعنی جب برقی مقناطیس کی وائینڈنگ میں برقی رَو نامی برقی رَو سے بڑھادی جائے تو موٹر تعاملیتی طاقت فراہم کرتی ہے۔ اس حالت میں یہ کپیسیٹر کی طرح عمل کرتی ہے اور تفاوتِ فیز کی درستگی کے لیے استعمال کی جاسکتی ہے (صفحہ 188)۔

I 654/I قطبوں کے حامل روٹر والی آٹو سنکرونس موٹر کی تراش

655 اینکرونس موٹر یا سکوئرل کیج انڈکشن موٹر (Asynchronous or squirrel cage motor)

تجربہ۔ آئرن کور والے تین کوائلوں کے سٹار کنیکشن کے درمیان تانبے کا ایک سلنڈر نما گردش پذیر پنجرا رکھیں (شکل E 655/I) جب برقی رُو کو آن کیا جائے تو پنجرا گردش کرنے لگ جاتا ہے۔

E 655/I اینکرونس موٹر

موٹر کا اصول: ساکن پنجرے کی سلاخیں گردشی تغیر پذیر مقناطیسی میدان میں ہیں اس لیے ان سلاخوں میں امالی برقی دباؤ پیدا ہو جاتا ہے جس کی وجہ سے پنجرے کی موٹی سلاخوں میں بہت زیادہ مقدار کی شارٹ سرکٹ کرنٹ بہنے لگتی ہے۔ باب 56 کے مطابق تغیر پذیر مقناطیسی میدان میں برقی رُو کے حامل موصل پر ایک محرک قوت عمل کرتی ہے جس کی وجہ سے پنجرا یا کیج گردش کرنے لگتا ہے۔

اگر کیج اسی رفتار سے گردش کرنا شروع کر دے جس رفتار سے گردشی مقناطیسی میدان گھومتا ہے تو سلاخوں کے گرد مقناطیسی میدان میں کوئی تبدیلی واقع نہیں ہوتی ہے اور امالی برقی دباؤ بھی پیدا نہیں ہوتا۔ اس لیے سلاخوں میں برقی رُو (امالی) بھی پیدا نہیں ہوتی۔ سلاخوں پر محرک قوت عمل نہیں کرتی اور روٹر مقناطیسی میدان کے ساتھ نہیں گھومے گا۔ اس میں رُک جانے کا رجحان پیدا ہو جائے گا۔ اس کی رفتار کم ہو جائے گی اور سلاخوں پر گردشی مقناطیسی میدان دوبارہ بدلنے لگتا ہے اور کیج دوبارہ اسی انداز سے گردش کرنے لگتا ہے۔

سرکاؤ یا سلپ (The slip)

کیج روٹر ہمیشہ سنکرونس سپیڈ سے ذرا کم رفتار سے گردش کرتا ہے۔ یہ تعقیبی حالت امالی برقی دباؤ پیدا کرنے کے لیے ضروری ہے۔ اسے سرکاؤ یا سلپ کہتے ہیں۔ سلپ سنکرونس رفتار کا 4 سے 7 فیصد تک ہوتی ہے۔ چونکہ موٹر کا روٹر گردشی مقناطیسی میدان کے ساتھ ہم آہنگی یا ہم وقتی سے گردش نہیں کرتا اس لیے اسے اینکرونس موٹر کہتے ہیں۔ اینکرونس کا مطلب غیر ہم آہنگ یا غیر ہم وقتی ہوتا ہے۔

عملی طریق کار ۔ سٹارٹنگ پر اینکرونس موٹر میں پورا نامی سٹارٹنگ ٹارک پیدا ہوتا ہے اس لیے یہ موٹر سٹارٹنگ کے وقت پورا لوڈ اٹھا سکتی ہے۔ بہت ہیوی لوڈ کی صورت میں یہ بہتر ہوتا ہے کہ جب موٹر لوڈ کے بغیر پوری رفتار سے چلنا شروع کر دے تو پھر اُس پر جفت گر (coupler) کے ذریعہ لوڈ ڈالا جائے۔

موٹر کی رفتار تقریباً یکساں رہتی ہے ۔ اگر موٹر پر زیادہ لوڈ ڈالا جائے تو موٹر کی سلپ بڑھ جاتی ہے۔ روٹر میں پیدا شدہ امالی برقی دباؤ میں اضافہ ہو جاتا ہے اور اس کے ساتھ برقی رَو (امالی) میں بھی اضافہ ہو جاتا ہے۔ اس طرح روٹر کا مقناطیسی میدان طاقتور ہو جاتا ہے اور روٹر پر زیادہ قوت عمل کرتی ہے جس سے طاقتور ٹارک پیدا ہوتا ہے۔ اس طرح یہ موٹر اپنی لوڈ اٹھانے کی گنجائش کی حدود میں خود بخود موجود لوڈ کے مطابق ٹارک پیدا کر لیتی ہے۔ رفتار میں بہت کم فرق پڑتا ہے۔

سنکرونس موٹر کی طرح انڈکشن موٹر کی رفتار بھی قطبوں کی تعداد بدلنے سے مختلف مراحل میں بدلی جا سکتی ہے ۔

نیم پلیٹ کی تصریحات کے مطابق جز طاقت اور استعداد موٹر کے فُل لوڈ پر سب سے زیادہ موافق ہوتے ہیں۔ موٹر کو ہمیشہ چالو مشین (driven machine) کی طاقت کی ضرورت کے مطابق چُنا جاتا ہے ۔

جیسا کہ باب 653 میں بتایا گیا ہے ٹرمینل بورڈ پر دو بیرونی موصلوں کو آپس میں تبدیل کر کے موٹر کی گردش کی سمت بدلی جاتی ہے۔

ابتدائی برقی رَو یا سٹارٹنگ کرنٹ ۔ اگر کیج روٹر کی بجائے بغیر کیج والا روٹر استعمال کیا جائے تو موٹر کے کوائلوں میں کم کرنٹ پیدا ہوتی ہے کیونکہ اس طرح پیدا شدہ خود امالی برقی دباؤ بہت زیادہ ہوتا ہے جو کہ لائن وولٹیج کے خلاف عمل کرتا ہے۔ کیج روٹر کی صورت میں سٹارٹنگ کے دوران روٹر میں بہت زیادہ امالی برقی دباؤ پیدا ہوتا ہے اور اس طرح بہت زیادہ پیدا شدہ برقی رَو (امالی) کی وجہ سے روٹر کا مقناطیسی میدان بھی طاقتور ہوتا ہے۔ روٹر کا میدان گردشی مقناطیسی میدان کی مخالف سمت میں عمل کرتا ہے اور اسے جزوی طور پر تعدیل کر دیتا ہے۔ اس وجہ سے سٹیٹر کے کوائل کی امالیت کم ہو جاتی ہے۔ نتیجتاً خود امالی برقی دباؤ کم پیدا ہوگا اور لائن وولٹیج کو بہت کم تعدیل کرے گا۔ سٹیٹر کے کوائلوں پر موثر برقی دباؤ زیادہ ہوگا۔ چونکہ ان کوائلوں کی اومی مزاحمت بہت کم ہوتی ہے اس لیے مذکورہ موثر برقی دباؤ کی وجہ سے ان کوائلوں میں سے بہت زیادہ کرنٹ گزرتی ہے جو کہ سٹارٹنگ کرنٹ کہلاتی ہے۔ سٹارٹنگ کرنٹ نامی کرنٹ سے 4 تا 6 گنا ہوتی ہے۔ حالانکہ یہ کرنٹ صرف چند سیکنڈ کے لیے ہوتی ہے لیکن پھر بھی اس کی وجہ سے کوائلوں (وائینڈنگ) پر غیر معمولی لوڈ پڑتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ بجلی فراہم کرنے والی کمپنیاں براہِ راست مینز پر لگائی جانے والی سکوئرل کیج انڈکشن موٹر کی مباح طاقت کی حد مقرر کر دیتی ہیں۔ اگر زیادہ طاقت کی موٹر مینز پر لگانی ہو تو کسی نہ کسی طریقہ سے سٹارٹنگ کرنٹ کو مناسب مقدار تک محدود رکھنا پڑتا ہے۔

سٹارٹنگ کرنٹ کم کرنا ۔ روٹر کی سلاخوں کی خاص بناوٹ سے سٹارٹنگ کرنٹ کم کی جا سکتی ہے۔ علاوہ ازیں موٹر کو سٹار ڈیلٹا سوئچ کے ذریعہ سٹارٹ کرنے سے بھی سٹارٹنگ کرنٹ کم کی جا سکتی ہے۔ روٹر اور سٹیٹر پر ایک ہی وائینڈنگ والی سلپ رنگ موٹر (slipring motor) کی صورت میں بھی ابتدائی برقی رَو کم ہوتی ہے ۔

روٹر کے کوائلوں کے آغازی سرے تین سلپ رنگوں کے ساتھ ملا دیے جاتے ہیں اور اختتامی سرے آپس میں جوڑ دیے جاتے ہیں۔ روٹر کو برشوں کے ذریعے سلپ رنگ سٹارٹر کے ساتھ ملا دیا جاتا ہے۔ اس طرح ہر کوائل کے سیریز میں ایک مزاحمت آجاتی ہے جس کی وجہ سے برقی رو کمزور ہو جاتی ہے۔ سٹیٹر کرنٹ، نامی کرنٹ کے 1.5 گنا تک محدود ہو جاتی ہے۔ سٹارٹر کے انتہائی حالت میں رنگ خاص طریقہ سے شارٹ سرکٹ کر دیے جاتے ہیں تاکہ سلپ رنگ موٹر بالکل عام سکوئرل کیج موٹر کے طور پر عمل کرے۔

656 **سوالات :** (1) سہ فیز برقی رو میں استعمال کیے جانے والے چاروں موصل کن حروف اور کن رنگوں سے ظاہر کیے جاتے ہیں؟ (2) سہ فیز موٹر اور جنریٹر کے کوائلوں کے آغازی سروں اور اختتامی سروں کو کن حروف سے ظاہر کیا جاتا ہے؟ (3) موٹر کے تین کوائل کس طرح ڈیلٹا اور سٹار میں جوڑے جا سکتے ہیں؟ (4) سہ فیز جنریٹر کے تین کوائل کو کس طرح ترتیب دیا جاتا ہے؟ (5) سہ فیز برقی رو کے تینوں موصلوں کے لیے ایک ہی واپسی موصل کیونکر استعمال کیا جا سکتا ہے؟ (6) "نیوٹرل کنڈکٹر" کی تصریح مغالطہ آمیز کیوں ہے؟ (7) سٹار کنیکشن کی صورت میں لائن کرنٹ اور فیز کرنٹ، لائن وولٹیج اور فیز وولٹیج کی آپس میں کیا نسبت ہوتی ہے؟ (8) ڈیلٹا کنیکشن کی صورت میں انہی مقداروں کی آپس میں کیا نسبت ہوتی ہے؟ (9) سہ فیز موٹر کی نیم پلیٹ پر درج شدہ وولٹیج 220/380 وولٹ ہے۔ موٹر کو 380 وولٹ کے مینز کے ساتھ لگانا مقصود ہے۔ موٹر کو کس طرح جوڑنا چاہیے؟ (10) سہ فیز موٹر کی نیم پلیٹ پر درج شدہ وولٹیج 380/660 وولٹ ہے۔ اسے کتنے وولٹیج کے مینز پر لگایا جا سکتا ہے اور کیسے؟ (11) 380 وولٹ اور 0.8 جزو طاقت والے سہ فیز جنریٹر کی ماحصل ظاہری طاقت 100 کلو وولٹ ایمپیئر ہے۔ ماحصل اصل طاقت اور لائن کرنٹ معلوم کریں۔ (12) گردشی مقناطیسی میدان کس طرح پیدا ہوتا ہے؟ (13) 28 قطبوں والے سہ فیز جنریٹر سے 50 ہرٹز کی برقی رو پیدا کرنا مقصود ہے۔ جنریٹر کی رفتار چکر فی منٹ یا آر پی ایم (r.p.m) میں معلوم کریں۔ (14) سنکرونس موٹر کس رفتار سے گردش کرتی ہے؟ (15) کیا وجہ ہے کہ سنکرونس موٹر عام طور پر استعمال نہیں ہوتی؟ (16) بڑے بڑے پلانٹوں میں عام طور پر سنکرونس موٹر کیوں استعمال کی جاتی ہے؟ (17) سکوئرل کیج انڈکشن موٹر کو الیسنکرونس موٹر کیوں کہتے ہیں؟ (18) سہ فیز موٹر کی گردش کی سمت کیسے بدلی جا سکتی ہے؟ (19) 95 اوم کی تین مزاحمتیں سٹار۔ ڈیلٹا سوئچ کے ذریعے 380 وولٹ کی سہ فیز سپلائی کے ساتھ لگائی گئی ہیں۔ مزاحمتوں کو پہلے سٹار کنیکشن میں اور دوسری بار ڈیلٹا کنیکشن میں جوڑ دیا جاتا ہے۔ دونوں صورتوں میں مزاحمتوں کی صرف شدہ طاقت معلوم کریں۔ (20) 10 کلوواٹ (380/660 وولٹ) اور 0.8 استعداد والی سہ فیز سکوئرل کیج انڈکشن موٹر کو سٹار ڈیلٹا سوئچ کے ذریعہ 380 وولٹ پر لگایا گیا ہے۔ موٹر کا جزو طاقت 0.82 ہے۔ موٹر (ا) سٹار کنیکشن کی صورت میں اور (ب) ڈیلٹا کنیکشن کی صورت میں کتنی برقی رو استعمال کرے گی؟ (21) ایک سہ فیز موٹر کی تصریحات مندرجہ ذیل ہیں:

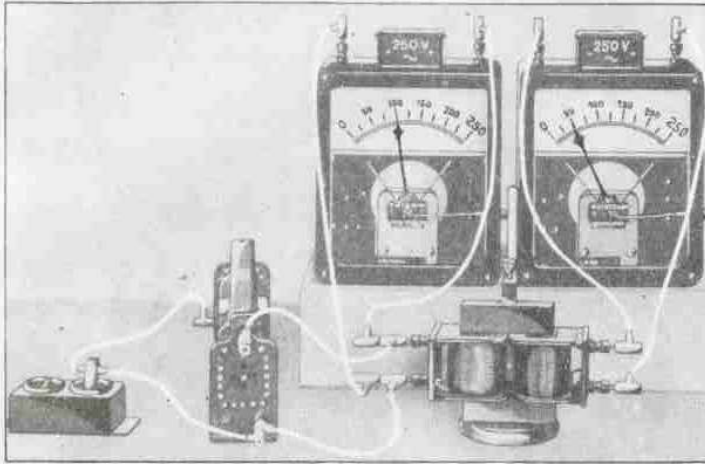
$$V = 380\ V \qquad \eta = 0.87$$

$$P = 24\ hp \qquad \cos\varphi = 0.88$$

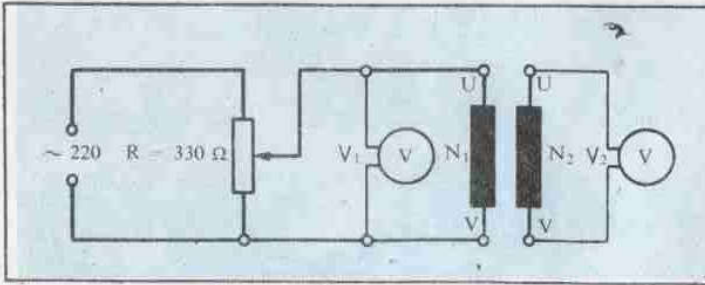
موٹر کتنی برقی رو صرف کرے گی؟ (22) ایک 380/660 وولٹ، 17.3/10 ایمپیئر اور 0.79 جزو طاقت کی سہ فیز موٹر سٹار ڈیلٹا سوئچ کے ذریعہ 380 وولٹ پر لگائی گئی ہے۔ سٹار اور ڈیلٹا کنیکشن دونوں صورتوں میں صرف شدہ طاقت معلوم کریں۔ (23) دھات کو ڈھالنے والی بھٹی (annealing furnace) کی تین حرارتی مزاحمتیں ڈیلٹا کنیکشن کی صورت میں سہ فیز برقی رو کے 220 وولٹ کے مینز کے ساتھ لگائی گئی ہیں۔ لائن میں سے 17.3 ایمپیئر برقی رو گزرتی ہے (ا) صرف شدہ طاقت کلوواٹ میں معلوم کریں۔ (ب) ہر فیز کی مزاحمت معلوم کریں۔ (24) ایک سہ فیز موٹر 8 گھنٹوں میں 42 کلوواٹ آور کی توانائی صرف کرتی ہے۔ نیم پلیٹ کے مطابق اس کی استعداد 0.84 ہے اور جزو طاقت 0.86 ہے۔ موٹر کی طاقت ہارس پاور میں معلوم کریں۔

66 ٹرانسفارمر (The transformer)

باب نمبر 53 کے تجربہ E 53/III سے یہ معلوم ہوا تھا کہ اگر ایک کوائل دوسرے کوائل کے مقناطیسی میدان میں موجود ہو تو مقناطیسی میدان بدلنے سے پہلے کوائل میں امالی برقی دباؤ پیدا ہوتا ہے۔

یہ اصول آلٹرنیٹنگ کرنٹ میں برقی دباؤ کم یا زیادہ کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ تجربہ E 53/III کی ترتیب میں اگر دونوں کوائلوں کو ایک ہی آئرن کور پر رکھا جائے تو یہ زیادہ موثر ہوگی۔ یہ دو وائینڈنگ پر مشتمل ایک ٹرانسفارمر بن جاتا ہے جیسا کہ شکل نمبر E 66/I میں دکھایا گیا ہے۔

تجربہ۔ کوائل 'N_1' کو تغیر پذیر مزاحمت 'R' سے لگایا گیا ہے جس کو 220 وولٹ کے مینز کے برقی دباؤ پر لگایا گیا ہے۔ کوائل 'N_2' کو 'U' نما کور کے دوسرے بازو پر رکھا گیا ہے۔ کوائل 'N_1' اور 'N_2' پر وولٹ میٹر لگائے گئے ہیں۔

ابتدائی یا پرائمری سرکٹ

(Primary circuit)۔ کوائل 'N_1' ابتدائی یا پرائمری سرکٹ بناتا ہے۔ اسی لیے اسے پرائمری کوائل کہتے ہیں۔ اس پر اطلاق شدہ برقی دباؤ کو پرائمری وولٹیج اور اس میں سے گزرنے والی برقی رَو کو پرائمری کرنٹ کہتے ہیں۔

E 66/I پرائمری وولٹیج اور سیکنڈری وولٹیج کی آپس میں نسبت

ثانوی یا سیکنڈری سرکٹ

(Secondary circuit) ۔ کوائل N_2 ثانوی یا سیکنڈری سرکٹ بناتا ہے۔ اس لیے اسے سیکنڈری کوائل کہتے ہیں۔ اس پر اطلاق شدہ برقی دباؤ کو سیکنڈری وولٹیج اور اس میں سے گزرنے والی برقی رَو کو ثانوی یا سیکنڈری کرنٹ کہتے ہیں۔

کور پر لوہے کا یوک رکھنے سے مقناطیسی خطوط کے لیے مکمل راستہ بن جاتا ہے۔ گردابی رَو کو محدود رکھنے کے لیے پرت دار کور (laminated core) استعمال کیا جاتا ہے (باب 54)۔ یوک کو شکنجہ کی مدد سے کس دیا جاتا ہے۔

مختلف کوائلوں کو استعمال کر کے برقی دباؤ کی پیمائش کریں اور قیمتیں جدول میں درج کریں۔

نمبر شمار	پرائمری سرکٹ		سیکنڈری سرکٹ		نسبت	
	چکروں کی تعداد 'N_1'	برقی دباؤ 'V_1'	چکروں کی تعداد 'N_2'	برقی دباؤ 'V_2'	'N_1' : 'N_2'	'V_1' : 'V_2'
1	600	100 وولٹ	300	50 وولٹ	2 : 1	2 : 1
2	600	100 وولٹ	600	100 وولٹ	1 : 1	1 : 1
3	600	100 وولٹ	1200	200 وولٹ	1 : 2	- 1 : 2

قانون | پرائمری وولٹیج اور سیکنڈری وولٹیج کی آپس میں نسبت پرائمری کوائل کے چکروں کی تعداد اور سیکنڈری کوائل کے چکروں کی تعداد کی آپس میں نسبت کے برابر ہوتی ہے۔

$$\frac{V_1}{V_2}=\frac{N_1}{N_2}$$

نسبتِ تحویل (Transformation ratio) پرائمری وولٹیج اور سیکنڈری وولٹیج کی آپس میں نسبت کو نسبتِ تحویل کہتے ہیں۔ اسے 'r' سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$r=\frac{V_1}{V_2}=\frac{N_1}{N_2}$$

کلیۂ امالہ کی مدد سے برقی دباؤ معلوم کرنا : کلیۂ امالہ (باب 53) کی رُو سے اگر ٹرانسفارمر پر لوڈ نہ ہو تو پرائمری اور سیکنڈری وولٹیج دیے گئے فارمولے کی مدد سے معلوم کیے جا سکتے ہیں۔ امالی برقی دباؤ وولٹ میں : '$E=B\times l\times v$'

ٹرانسفارمر کا مقناطیسی امالہ یا کثافتِ نفاذ 'B' : مقناطیسی امالہ پرائمری کوائل کے ذریعہ پیدا ہوتا ہے اور اگر ضیاع کو نظر انداز کر دیا جائے تو سیکنڈری کوائل میں بھی اس کی مقدار یہی ہوگی۔ آلٹرنیٹنگ کرنٹ کی انتہائی مقدار کثافتِ نفاذ کی انتہائی مقدار 'B_{max}' پیدا کرے گی۔ کجی یا بگاڑ (distortion) کو کم کرنے کے لیے اس کی قیمت ایسی چنی جاتی ہے کہ یہ قوتِ مقناؤ کی منحنی (magnetisation curve) کے مستقیم حصہ میں ہی رہے۔

مقناطیسی نفاذ : امالی برقی دباؤ پیدا کرنے والے مجموعی مقناطیسی نفاذ یا فلکس کی قیمت کور کی عمودی تراش کے مؤثر رقبہ اور انتہائی کثافتِ نفاذ سے معلوم کی جا سکتی ہے۔ مقناطیسی نفاذ کی انتہائی قیمت :

$$\Phi_{max}=B_{max}\times A_{iron}$$ (جبکہ 'A_{iron}' مربع میٹر میں ہے۔)

مقناطیسی میدان کی تبدیلی کی رفتار 'v' بھی دونوں کوائلوں کے لیے ایک ہی ہوتی ہے اور پرائمری وولٹیج V_1 کی فریکوئنسی پر منحصر ہوتی ہے۔ لوہے کے کور کا مقناطیسی میدان بھی اسی فریکوئنسی سے بدلتا ہے۔

سیکنڈری کوائل کے موصل کی لمبائی 'l' - کوائلوں میں موصل کی لمبائی چکروں کی تعداد 'N' کی صورت میں ظاہر ہوتی ہے۔ یہ پرائمری کوائل میں 'N_1' کے طور پر اور سیکنڈری کوائل میں 'N_2' کے طور پر ظاہر کی جاتی ہے۔ سیکنڈری کوائل کے موصل کی لمبائی پرائمری کوائل کے موصل کی لمبائی سے کم یا زیادہ کی جا سکتی ہے۔ اگر سیکنڈری کوائل کی لمبائی پرائمری کوائل سے دوگنا ہو تو سیکنڈری کوائل میں پیدا ہونے والے برقی دباؤ کی مقدار پرائمری کوائل پر اطلاقی برقی دباؤ سے دوگنا ہوگی۔ چنانچہ پرائمری اور سیکنڈری وولٹیج کی نسبت پرائمری اور سیکنڈری کوائل کی لمبائیوں کی آپس میں نسبت کے برابر ہوتی ہے۔

برقی دباؤ معلوم کرنا - اگر مندرجہ بالا بنیادی فارمولے میں ٹرانسفارمر کے لیے معلوم مقداریں درج کی جائیں تو کوائل میں پیدا شدہ امالی دباؤ کی مؤثر قیمت (باب 614)

$$E=0.707\times 2\pi\times f\times N\times \Phi_{max}.$$

$$E=4.44\times f\times N\times \Phi_{max}.$$

مثال : ایک سنگل فیز ٹرانسفارمر 6,000 وولٹ کے برقی دباؤ کو 525 وولٹ میں تبدیل کرتا ہے۔ اس کی نسبتِ تحویل معلوم کریں۔ اگر سیکنڈری کوائل کے چکروں کی تعداد 260 ہو تو پرائمری کوائل کے چکروں کی تعداد کیا ہوگی ؟

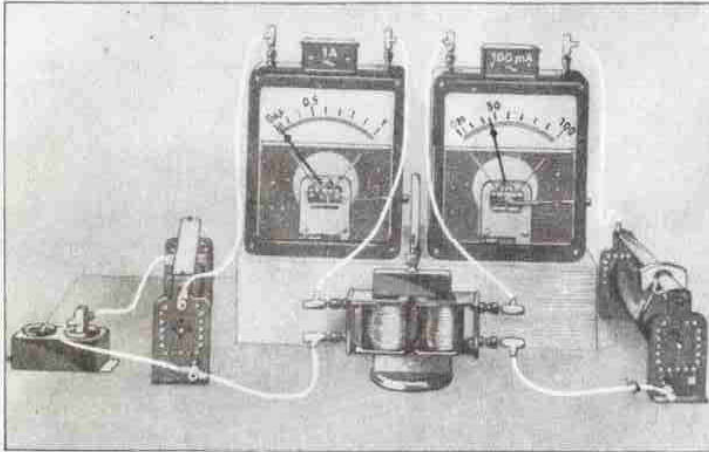
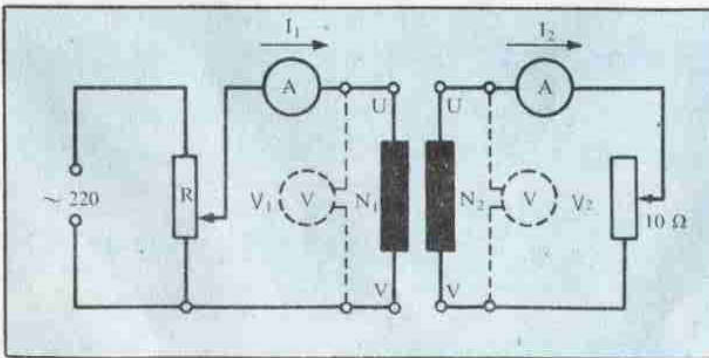
معلوم : $V_1=6000V$; $V_2=525V$; $N_2=260$

مطلوب : $r=?$ $N_1=?$

حل : $r=\frac{V_1}{V_2}=\frac{6000}{525}=11.4:1$

$N_1=r\times N_2=11.4\times 260=2,970$

جواب : نسبتِ تحویل 11.4 : 1 ہے اور پرائمری کوائل کے چکروں کی تعداد 2,970 ہے۔

پرائمری اور سیکنڈری کرنٹ کی آپس میں نسبت

تجربہ۔ تجربہ E66/I دہرائیں۔ سیکنڈری سرکٹ میں 10 اوم کی مزاحمت بطور لوڈ لگائیں اور دونوں سرکٹوں میں ایم میٹر بھی لگا دیں۔ وولٹ میٹر کی مدد سے برقی دباؤ کی قیمتیں تقریباً وہی رکھیں جو گزشتہ تجربہ میں تھیں۔ لوڈ کی مزاحمت کی مدد سے برقی رَو کی مقدار ایسی رکھیں جو میٹر سے آسانی سے پڑھی جا سکے۔ صفحہ 217 پر دیے گئے جدول میں پرائمری کرنٹ اور سیکنڈری کرنٹ کا موازنہ کرنے سے مندرجہ ذیل قانون اخذ کیا جا سکتا ہے:

E 66/II پرائمری برقی رَو اور سیکنڈری برقی رَو کی آپس میں نسبت

قانون | پرائمری کرنٹ اور سیکنڈری کرنٹ کی آپس میں نسبت پرائمری کوائل کے چکروں کی تعداد اور سیکنڈری کوائل کے چکروں کی تعداد کی معکوس نسبت کے برابر ہوتی ہے۔

یعنی

$$\frac{I_1}{I_2}=\frac{N_2}{N_1}$$

نمبر شمار	پرائمری سرکٹ		سیکنڈری سرکٹ		نسبت	
	N_1	I_1	N_2	I_2	$N_1 : N_2$	$I_1 : I_2$
1	600	0.1 ایمپیئر	300	0.2 ایمپیئر	2 : 1	1 : 2
2	600	0.08 ایمپیئر	600	0.07 ایمپیئر	1 : 1	1 : 1
3	600	0.1 ایمپیئر	1200	0.045 ایمپیئر	1 : 2	2 : 1

اگر تیسری صورت کو برقی دباؤ اور برقی رَو کے لیے ایک ساتھ مدِّنظر رکھا جائے اور آسانی کے لیے تجربات E 66/I اور E 66/II میں معلوم کی گئی نسبتوں کے مطابق قیمتیں رکھنے سے

$V_1=1 \qquad V_2=2$

$I_1=2 \qquad I_2=1$

اس سے پرائمری سرکٹ میں ظاہری طاقت (primary apparent power) معلوم کی جاسکتی ہے۔

$P_1=V_1\times I_1 = 1\times2=2$

اور ثانوی یا سیکنڈری سرکٹ میں ظاہری طاقت

$P_2=V_2\times I_2 =2\times1=2$

لہٰذا $P_1=P_2$

قانون | اگر ضیاع کو نظر انداز کر دیں تو پرائمری سرکٹ میں طاقت اور سیکنڈری سرکٹ میں طاقت آپس میں برابر ہوتی ہیں۔

مثال: ایک سہ فیز ٹرانسفارمر کی ظاہری طاقت 30 کے وی اے اور برقی دباؤ 5000/400 وولٹ ہے۔ ٹرانسفارمر کی نسبتِ تحویل کیا ہے؟ پرائمری اور سیکنڈری کرنٹ کی قیمت معلوم کریں۔

معلوم : $P_a=30kVA = 30,000\ VA$

$V_1=5000\ V\ ;\ V_2=400\ V$

مطلوب : $r=? \qquad I_1=? \qquad I_2=?$

حل : $r=\frac{V_1}{V_2} = \frac{5000}{400}=12.5 : 1$

$P_a=1.73\times V_1\times I_1$

$I_1 = \frac{P_a}{1.73\times V_1} = \frac{30,000}{1.73\times5000} = 3.47A$

$r=\frac{I_2}{I_1}$

$I_2=r\times I_1 =12.5\times3.47=43.4A$

جواب: ٹرانسفارمر کی نسبتِ تحویل 12.5 : 1 ہے۔ پرائمری کرنٹ 3.47 ایمپیئر اور سیکنڈری کرنٹ 43.4 ایمپیئر ہے۔

ٹرانسفارمر میں طاقت کا ضیاع (Power loss of the transformer) - پیمائش شدہ مقداروں کی مدد سے سیکنڈری سرکٹ میں معلوم کردہ طاقت پرائمری سرکٹ کی طاقت سے ہمیشہ کم ہوتی ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ ٹرانسفارمر میں طاقت کے مختلف قسم کے ضیاع پیدا ہوتے ہیں۔ یہ ضیاع کوائل کے مزاحمتی ضیاع (وائینڈنگ کا ضیاع) اور لوہے کے اختناقی اور گردابی رُو کے ضیاع (مجہول ضیاع) پر مشتمل ہوتا ہے۔ ضیاع کے باوجود ٹرانسفارمر کی استعداد بہت زیادہ (0.95) ہوتی ہے۔ لوڈ کے دوران سیکنڈری کوائل پر پورا برقی دباؤ حاصل کرنے کے لیے پرائمری کوائل کو فراہم کردہ طاقت ٹرانسفارمر کے ضیاع کے مطابق زیادہ ہوتی ہے۔ پرائمری وائینڈنگ پر ٹیپنگ (tapping) کی مدد سے ٹرانسفارمر کی نسبتِ تحویل اس طرح بدلی جاسکتی ہے کہ برقی دباؤ کے ضیاع کے مطابق سیکنڈری وائینڈنگ پر زیادہ برقی دباؤ مہیا ہوسکے۔

بلند اور پست برقی دباؤ والے پہلو (High and low voltage side) - بجلی کے نظامِ ترسیل میں بلند برقی دباؤ یعنی ہائی وولٹیج کا اطلاق ٹرانسفارمر کے ایک طرف کیا جاتا ہے۔ اس پہلو کو بلند برقی دباؤ والا پہلو (پرائمری) کہتے ہیں۔ دوسری طرف سے پست برقی دباؤ صارفین کو مہیا کیا جاتا ہے۔ اس طرف کو پست برقی دباؤ والا پہلو (سیکنڈری) کہتے ہیں۔ پرائمری اور سیکنڈری پہلو کو آپس میں بدلا جاسکتا ہے اور یہ بات اس امر پر منحصر ہوتی ہے کہ آیا ٹرانسفارمر عروجی ٹرانسفارمر (step-up transformer) کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے یا کہ نزولی ٹرانسفارمر (step-down transformer) کے طور پر۔ 'VDE 0532' کے مطابق نسبتِ تحویل ہمیشہ بلند برقی دباؤ اور پست برقی دباؤ کے درمیان ہوتی ہے۔

سہ فیز ٹرانسفارمر (Three phase transformer) میں آئرن کور کے تین بازو ہوتے ہیں اور ہر ایک پر ایک پرائمری اور ایک سیکنڈری کوائل ہوتا ہے۔ اِن کوائلوں کو ڈیلٹا یا سٹار کنکشن میں جوڑا جاسکتا ہے۔ 'VDE 0532' میں کوائلوں کو جوڑنے کے مختلف طریقوں کی تصریح کی گئی ہے۔

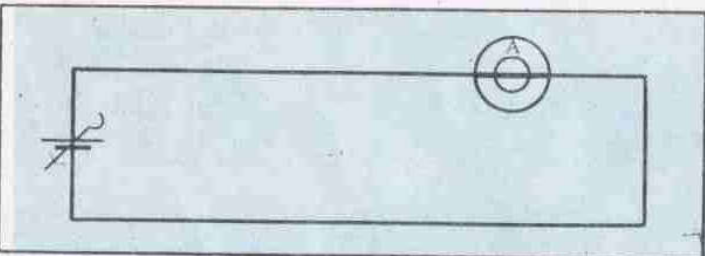
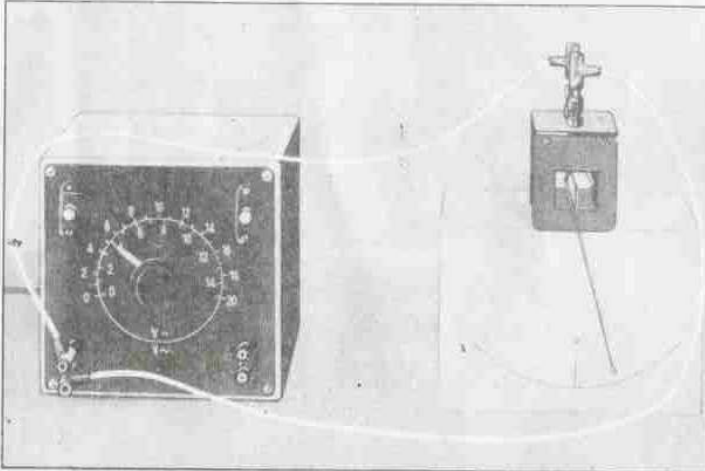
661 **سوالات :** (1) ایک سنگل فیز ٹرانسفارمر کس طرح بنایا جاتا ہے ؟ (2) کیا ٹرانسفارمر کو ڈی سی کے ساتھ لگایا جاسکتا ہے ؟ اگر اسے ڈی سی کے ساتھ لگا دیا جائے تو کیا ہوگا ؟ (3) ثانوی برقی دباؤ کیسے پیدا ہوتا ہے ؟ (باب 53)۔ (4) پرائمری وائینڈنگ کونسی ہوتی ہے اور سیکنڈری وائینڈنگ کونسی ؟ (5) کس وائینڈنگ کو بلند برقی دباؤ کی وائینڈنگ (high voltage winding) اور کس کو پست برقی دباؤ کی وائینڈنگ (low voltage winding) کہتے ہیں ؟ (6) اختناقی ضیاع کو مجہول ضیاع (idle losses) کیوں کہتے ہیں ؟ (7) ٹرانسفارمر میں برقی رَو، برقی دباؤ اور چکروں کی تعداد کی آپس میں کیا نسبت ہوتی ہے ؟ (8) بہت بلند برقی دباؤ (very high voltage) پر بجلی کی ترسیل کے کیا فوائد ہیں (اس وقت زیادہ سے زیادہ برقی دباؤ 500 کلو وولٹ ہے) ؟ (9) ایک سہ فیز ٹرانسفارمر کا برقی دباؤ 25,000/5000 وولٹ ہے اور اس کی طاقت 2,500 کے۔ وی۔ اے ہے۔ (ا) ٹرانسفارمر کی نسبتِ تحویل کیا ہے ؟ (ب) پرائمری اور سیکنڈری کرنٹ کی قیمت معلوم کریں۔ (10) ایک سنگل فیز ٹرانسفارمر 240 وولٹ پر 16 ایمپیئر کرنٹ مہیا کرتا ہے۔ ٹرانسفارمر کی ظاہری طاقت کیا ہوگی ؟ اگر نسبتِ تحویل 25 ہو تو بلند برقی دباؤ والے پہلو میں برقی دباؤ اور برقی رَو کی قیمت کیا ہوگی ؟ 0.6 اور 0.9 پاور فیکٹر پر ٹرانسفارمر کی مؤثر طاقت معلوم کریں۔ (11) ایک برقی گھنٹی کا ٹرانسفارمر 8 وولٹ پر 125 ملی ایمپیئر برقی رَو فراہم کرتا ہے۔ اس کی ظاہری طاقت کیا ہوگی ؟ اگر اس کا بلند برقی دباؤ والا پہلو 220 وولٹ پر لگایا جائے تو پرائمری کرنٹ کی قیمت معلوم کریں۔ (12) 315 کے۔ وی۔ اے کے ایک سہ فیز ٹرانسفارمر کے بلند برقی دباؤ کے پہلو پر 10 کلو وولٹ کا برقی دباؤ ہے۔ اس کے پست برقی دباؤ کے پہلو پر ٹیپنگ کی مدد سے برقی دباؤ کو 231 وولٹ، 400 وولٹ اور 525 وولٹ پر رکھا جاسکتا ہے۔ فل لوڈ پر دونوں پہلوؤں میں سے گزرنے والی برقی رَو کی قیمتیں معلوم کریں۔

7 سادہ پیمائشی آلات (The Simple Measuring Instruments)

71 پیمائشی نظام (The measuring system)

711 متحرک آہنی نظام (نرم لوہے کا نظام) [The moving iron system (soft iron system)]

تجربہ : شکل میں اوپر دائیں طرف ایک لوہے کی سوئی کوائل میں لگائی گئی ہے۔ کوائل کے اندر لوہے کی پتری کی بنی ہوئی ایک سوئی دھار پر متوازن کی گئی ہے۔ اس نظام کو ایک بار ڈی سی اور دوسری بار اے سی سپلائی سے لگائیں۔

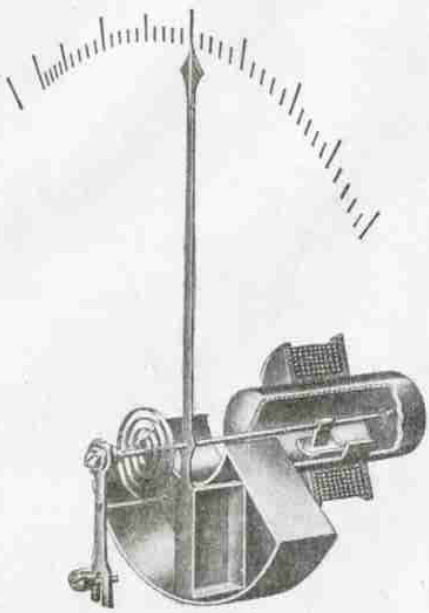
نتیجہ :

(1) جب کوائل میں سے برقی رَو گزرتی ہے تو سوئی ایک طرف گھوم جاتی ہے۔ برقی رَو کی وجہ سے کوائل میں ایک مقناطیسی میدان پیدا ہو جاتا ہے جو کہ لوہے کی سوئی اور پتری دونوں پر اثر انداز ہوتا ہے۔ ان لوہے کے ٹکڑوں میں ایک ہی قسم کی مقناطیسیت پیدا ہو جاتی ہے۔ اس لیے دونوں ٹکڑے ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں۔ چونکہ مقناطیسی نفاذ برقی رَو کی مقدار پر منحصر ہوتا ہے اس لیے قوتِ دافع بھی برقی رَو کی مقدار کے متناسب ہوتی ہے۔

E 711/I متحرک آہنی نظام

(2) ابتدائی انصراف آخری انصراف سے زیادہ طاقتور ہوتا ہے۔ پتری پر عمل کرنے والی گردشی قوتِ عمل (ٹارک) کوائل میں سے گزرنے والی برقی رَو کے مربع کے متناسب ہوتی ہے۔ اس کے لیے ایسے پیمائشی آلات کی سکیل یکساں نہیں بلکہ دو درجی طور پر تقسیم کی جاتی ہے۔

(3) اگر اس آلہ پر آلٹرنیٹنگ کرنٹ لگائی جائے تو بھی یہی نتیجہ ہوتا ہے۔ متحرک آہنی نظام کے آلات صرف ڈی سی اور عام فریکوئنسی کی اے سی پر استعمال کیے جا سکتے ہیں۔

پیمائشی میکانیت کی ساخت۔ حلقہ نما کوائل کے اندر ایک شگاف دار سلنڈر ہوتا ہے (I 711/I)۔ سوئی کی شافٹ کے ساتھ لوہے کی ایک پتری جُڑی ہوتی ہے جو کہ مقناطیسی نفاذ کی وجہ سے لوہے کے سلنڈر میں گھوم سکتی ہے۔ چکر دار کمانی کا تناؤ دافع عمل قوت کے طور پر عمل کرتا ہے۔ دندانے دار پیچ کی مدد سے کمانی کا تناؤ لیوروں کے نظام کے ذریعہ بدل کر سوئی کی صفری حالت کی تصحیح کی جا سکتی ہے۔

ہوائی تقصیر کی مدد سے غیر ارتعاشی انصراف (Vibration free indication by means of air damping)

I 711/I متحرک آہنی نظام کا پیمائشی آلہ

ایلومینیم کا بنا ہوا ایک بلیڈ نما پسٹن میٹر کی سوئی کے ساتھ لگا ہوتا ہے (I 711/I) یہ پسٹن خانہ تقصیری (damping chamber) ایں حرکت کرسکتا ہے۔ پسٹن کی اگلی اور پچھلی طرف ہوائی مزاحمت سوئی کی تیز حرکت کو روکتی ہے۔ اس طرح پیمائشی آلہ یا میٹر کی سوئی کی آخری انصراف تک حرکت ہموار اور غیر ارتعاشی ہو جاتی ہے۔

متحرک آہنی نظام کا یہ فائدہ ہے کہ میکانی ارتعاشات اس پر اثر انداز نہیں ہوتے اور یہ اوورلوڈ بھی کیا جاسکتا ہے۔

اس کے نقائص یہ ہیں کہ مقناطیسی میدان میں طاقت کا اندرونی مصرف بہت زیادہ ہوتا ہے (0.7 سے 3 وی اے)۔ اس کے علاوہ خارجی مقناطیسی میدان بھی اس پر اثر انداز ہوتے ہیں۔ میٹر کو لوہے کے ایک خول میں ڈالنے سے اسے بیرونی مقناطیسی میدان کے اثر سے بچایا جاسکتا ہے (باب 51)۔ چونکہ یہ نظام سادہ اور کم خرچ ہے اس لیے یہ دیگر پیمائشی آلات کی نسبت صنعتی پیمائشی آلہ کے طور پر بہت زیادہ استعمال ہوتا ہے۔

712 متحرک کوائل کا نظام (The moving coil system)

تجربہ I 562/I کی طرح اس نظام میں بھی ایک متحرک کوائل کو مستقل مقناطیس کے یکساں میدان میں لٹکا دیا جاتا ہے۔ اگر تجربہ E 562/I کے نظام کو پہلے ڈی سی پر اور پھر اے سی پر لگائیں تو مندرجہ ذیل نتائج اخذ کیے جاسکتے ہیں:

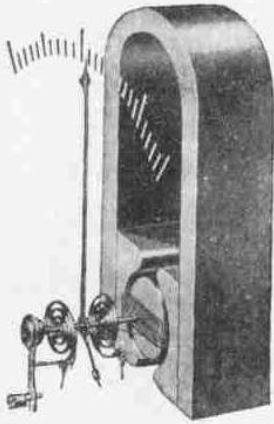
1 - کوائل میں سے ڈی سی گزارنے سے کوائل مستقل مقناطیس کے میدان میں گھوم جائے گا۔ اسی وجہ سے اس نظام کو متحرک کوائل کے نظام سے موسوم کیا گیا ہے۔ برقی رو گزرنے پر متحرک کوائل پر دائرہ دار میدانوں کی وجہ سے مجموعی طور پر ایک خاص سمت (شمال-جنوب) کا حامل مقناطیسی میدان پیدا ہو جاتا ہے جو کہ خود کو مستقل مقناطیس کے میدان کے مطابق بنا لیتا ہے۔ کوائل کی گردش اس میں پیدا ہونے والے مقناطیسی میدان کی قوت پر منحصر ہوتی ہے۔ چونکہ مقناطیسی میدان کی قوت کا انحصار برقی رو پر ہوتا ہے اس لیے کوائل کی گردش اور اس کے ساتھ لگی ہوئی سوئی کا انصراف کوائل میں سے گزرنے والی برقی رو کے متناسب ہوتا ہے۔

2 - برقی رو میں یکساں اضافے کے لیے سوئی کا انصراف یکساں ہوتا ہے۔ برقی رو میں معمولی سی تبدیلی بھی میٹر پر ظاہر ہو جاتی ہے۔ میٹر کی سکیل یکساں ہوتی ہے اور یہ میٹر بہت حساس ہوتا ہے۔

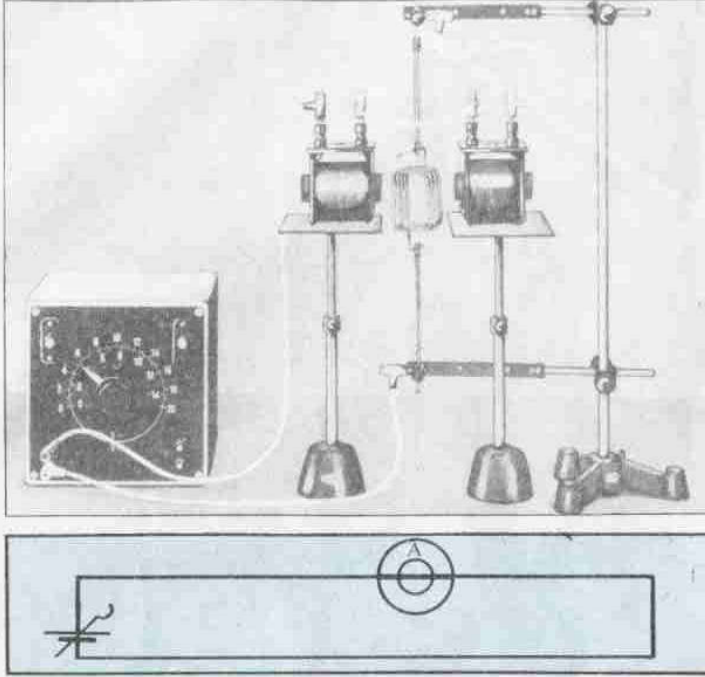
3 - میٹر کی سوئی کو ممکنہ حد تک لمبا بنا کر میٹر کی حساسیت کا فائدہ اٹھایا جاسکتا ہے۔ اس مقصد کے لیے متحرک کوائل پر آئینہ لگا دیا جاتا ہے۔ روشنی کی ترچھی شعاع اس آئینہ کی مدد سے دور پڑی ہوئی سکیل پر منعکس کی جاتی ہے۔ کوائل کی معمولی سی حرکت بھی روشنی کے نقطہ کی سکیل پر بہت زیادہ انصراف کا باعث ہوگی۔ اس طرح کے حساس پیمائشی آلات تجربہ گاہوں میں استعمال کیے جاتے ہیں اور انہیں آئینہ دار گیلوانومیٹر (mirror galvanometer) کہتے ہیں۔

(4) اگر متحرک کوائل کے نظام کو اے سی کے ساتھ لگایا جائے تو کوائل میں حرکت پیدا نہیں ہوتی۔ چونکہ کوائل کا مقناطیسی میدان فریکوینسی کے ساتھ ساتھ بدلتا ہے اس لیے اس میں ارتعاشی حرکت پیدا ہوگی۔ حرکتی نظام کے جمود کی وجہ سے کوائل اتنی تیزی سے حرکت نہیں کر سکتا چنانچہ یہ ساکن رہتا ہے۔ اسی لیے متحرک کوائل کے نظام کو صرف ڈی سی کے لیے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ اگر اس سے اے سی پر پیمائش کرنا مقصود ہو تو پہلے ریکٹی فائر کی مدد سے اسے ڈی سی میں تبدیل کیا جاتا ہے۔ اس طرح یہ میٹر 10^4 ہرٹز تک کی فریکوینسی کے لیے موزوں ہیں۔

تھرموکپل والے متحرک کوائل کے پیمائشی آلات۔ اگر ایک تھرموکپل (صفحہ 89) کا ویلڈ شدہ سرا برقی رَو کی حامل حرارتی تار سے گرم کیا جائے تو اس میں حرّ برقی دباؤ (thermo-electric voltage) پیدا ہوتا ہے جو کہ حرارتی تار میں سے گزرنے والی برقی رَو پر منحصر ہوتا ہے۔ یہ حرّ برقی دباؤ متحرک کوائل والے پیمائشی آلات کی مدد سے ناپا جاتا ہے۔ اس میٹر کی مدد سے 10^9 ہرٹز تک کی پست اور بلند فریکوینسی کی برقی رَویں '±1.5%' کی درستی کے ساتھ ناپی جاسکتی ہیں۔

متحرّک کوائل کے پیمائشی نظام میں گردابی رَو کے ذریعہ تقصیر پیدا کی جاتی ہے۔ اس مقصد کے لیے متحرّک کوائل کو ایلومینیم کے ہلکے فریم پر نصب کیا جاتا ہے۔ برقی رَو گزرنے سے جب کوائل گھومتا ہے تو یہ موصل فریم مستقل مقناطیس کے میدان کے خطوط کو قطع کرتا ہے جس کی وجہ سے اسے بریک لگتی ہے۔ اس قسم کے آلات میں چکردار کمانیوں کو کوائل کی شافٹ پر ایک چھوٹے سے فریم کے ساتھ نصب کیا ہوتا ہے۔ ایک طرف تو یہ کمانیاں کوائل کو صفری حالت پر واپس لانے کے لیے استعمال ہوتی ہیں اور دوسری طرف یہ رہنما تار کا کام بھی دیتی ہیں۔ شکل نمبر I 712/I سے ظاہر ہے کہ دونوں کمانیوں کے چکروں کی سمت ایک دوسرے کے اُلٹ ہے۔ چونکہ دونوں کمانیاں شافٹ کو ایک ہی قوت سے مخالف سمتوں میں متحرک کرنے کی کوشش کرتی ہیں اس لیے اس وقت تک صفری حالت پر رہتی ہیں جب تک کہ کوائل میں سے برقی رَو نہ گزرے۔ سامنے کی کمانی پر لگے ہوئے لیور کی مدد سے کمانی کا تناؤ کم یا زیادہ کر کے سُوئی کو صفری حالت پر لایا جاسکتا ہے۔ چھوٹے چھوٹے توازنی وزن سُوئی کے وزن کو متوازن کرنے کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔

I 712/I متحرک کوائل کا میٹر

متحرّک کوائل کے میٹر کا یہ فائدہ ہوتا ہے کہ اس کی سکیل یکساں طور پر منقسم ہوتی ہے۔ علاوہ ازیں ان سے زیادہ درستگی کے ساتھ پیمائش کی جاسکتی ہے اور اِن کی پیمائش پر بیرونی مقناطیسی میدان اثر انداز نہیں ہوتا۔ اِن میں طاقت کا اندرونی مصرف بھی کم ہوتا ہے۔ البتہ میکانی ارتعاش کی بابت یہ میٹر بہت حسّاس ہیں۔ متحرّک کوائل والے میٹر زیادہ درست پیمائشی آلات کی بنیاد ہیں۔

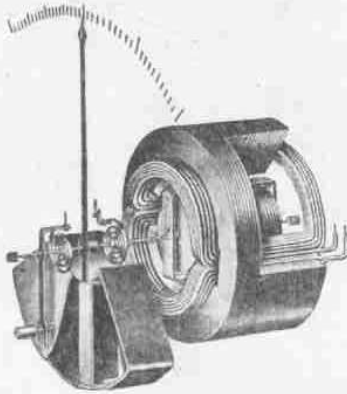
713 برقی حرکیاتی نظام (The electrodynamic system)

تجربہ ۔ برقی حرکیاتی نظام ایک ساکن کوائل اور ایک حرکت پذیر کوائل پر مشتمل ہوتا ہے۔ ان کوائلوں کو متوازی یا باہم سلسلہ ترتیب میں جوڑا جا سکتا ہے۔ اس نظام کی مدد سے پہلے ڈی سی پر اور بعد میں اے سی پر پیمائش کریں۔

نتیجہ : (1) جب برقی رَو گزرتی ہے تو متحرک کوائل برقی مقناطیس کے میدان میں بالکل اسی طرح حرکت کرتا ہے جس طرح کہ متحرک کوائل کے نظام میں کرتا ہے۔ یہ حرکت سرکٹ میں سے گزرنے والی برقی رَو کی مقدار پر منحصر ہوتی ہے۔

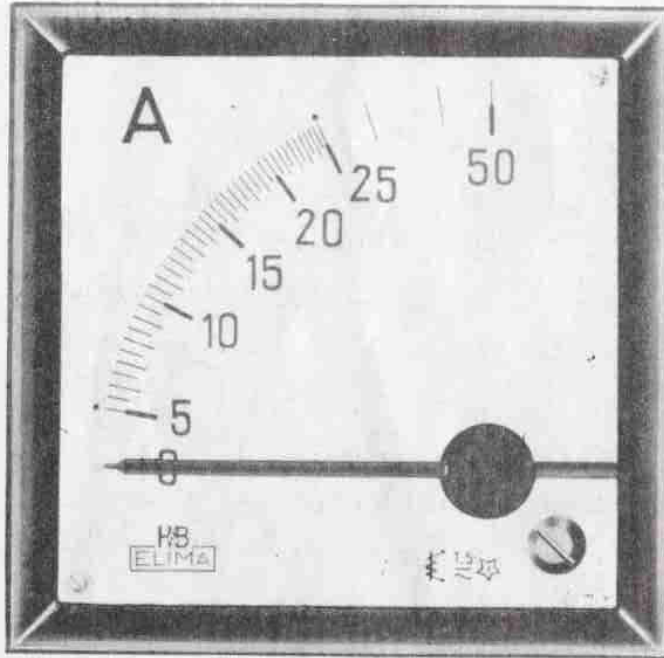
(2) برقی رَو میں یکساں اضافہ کی وجہ سے ابتدا میں انصراف درمیانی انصراف کی نسبت کم ہوتا ہے۔ اس لیے سکیل یکساں طور پر منقسم نہیں ہوتی۔

E 713/1 برقی حرکیاتی نظام

(3) اے سی پر پیمائش کرنے سے بھی یہی انصراف پیدا ہوتا ہے۔ چونکہ دونوں کوائلوں میں مقناطیسی میدان کی سمت ایک ہی وقت بدلتی ہے اس لیے اے سی کے لیے بھی میٹر کی سُوئی کا انصراف ایک ہی سمت میں ہوتا ہے۔

اس قسم کے آلات کو اے سی اور ڈی سی دونوں کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔ ہوائی تقصیر کی مدد سے یکساں سکیل حاصل کی جا سکتی ہے۔ اس نظام میں طاقت کا اندرونی مصرف کم ہوتا ہے۔ بیرونی مقناطیسی میدانوں سے اس حرکیاتی نظام کو محجوب کرنے کے لیے اسے لوہے کے خول میں بند کیا جاتا ہے (I 713/I)۔

I 713/I لوہے کے خول میں بند برقی حرکیاتی نظام

714 **سوالات** : (1) کون سے پیمائشی آلات صرف ڈی سی اور کون سے اے سی اور ڈی سی دونوں کے لیے استعمال کیے جا سکتے ہیں؟ (2) متحرک آہنی نظام کے کام کرنے کا اصول بیان کریں۔ (3) متحرک کوائل کے نظام کا اصول بیان کریں؟ (4) برقی حرکیاتی نظام کے کام کرنے کا اصول بیان کریں۔ (5) کون سے نظام کی مدد سے بلند فریکوئنسی کی برقی رَو کی مقدار کی پیمائش کی جا سکتی ہے؟ (6) اس باب میں بیان کیے گئے پیمائشی آلات کی علامات بتائیں۔ (7) سوئی کی غیر ارتعاشی حرکت کیسے حاصل کی جا سکتی ہے؟

72 پیمائشی آلات کی عملی ساخت (The practical construction of measuring instruments)

I 72/I پیمائشی آلہ کا دو درجی ڈائل

پیمائشی آلات کی ظاہری شکل اُن کے استعمال کے مطابق بنائی جاتی ہے۔ بائیں طرف دکھایا گیا میٹر سوئچ بورڈ پر استعمال ہوتا ہے۔ میٹر گول یا مربع شکل کے ہو سکتے ہیں۔ اس کے علاوہ دربستہ میٹر (built-in) بھی استعمال ہوتے ہیں۔

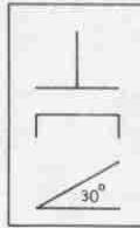
میٹر پر ایک دندانے دار پیچ لگا ہوتا ہے (شکل میں دائیں طرف نیچے کی طرف)۔ اس کی مدد سے سوئی کو صفری حالت پر لایا جا سکتا ہے۔ پیچ کو بڑی احتیاط سے گھما کر سوئی کو حرکت دی جاتی ہے۔ دندانہ دار پیچ کے علاوہ ڈائل پر ایک چھاپ لگی ہوتی ہے جس سے میٹر استعمال کرنے کا صحیح طریقہ ظاہر کیا ہوتا ہے۔ مندرجہ ذیل امور کے لیے انفرادی تصریحات موجود ہوتی ہیں۔

1 ۔ حالتِ استعمال

عمودی حالت میں استعمال کے لیے

افقی حالت میں استعمال کے لیے

ترچھی حالت میں استعمال کے لیے

30°

I 72/II حالتِ استعمال کی علامات

شکل نمبر I 72/I میں دکھائے گئے میٹر کے ڈائل پر کوئی علامت نہیں اس لیے میٹر تمام حالتوں میں استعمال کیا جا سکتا ہے۔

2 ۔ **نظام کی علامت :** (شکل نمبر I 72/I کی مثال میں میٹر میں متحرک آہنی نظامِ حرکت استعمال کیا گیا ہے) مختلف نظاموں کی علامات باب 711، 712 اور 713 کے عنوانوں کے ساتھ دی گئی ہیں ۔

3 ۔ **کوالٹی کے لحاظ سے قسم بندی :** پیمائشی آلات کو کسی خاص پیمائشی حد کے آخری انحراف کی فیصد غلطی کے لحاظ سے کوالٹی کی مختلف اقسام میں تقسیم کیا جاتا ہے :

میٹر کی قسم	کوالٹی کے مطابق درجہ بندی
دقیق پیمائشی آلات	0.1 0.2 0.5
صنعتی پیمائشی آلات	1.0 1.5 2.5 5

شکل نمبر I 72/I میں نظام حرکت کی علامت کے بعد 1.5 لکھا گیا ہے۔

پیمائش میں غلطی آخری انصراف کا ±1.5 فیصد ہے۔ چونکہ آخری انصراف 50 ایمپیر کا ہے اس لیے اس میٹر کی پیمائش میں زیادہ سے زیادہ غلطی 0.75 ایمپیر ہے۔ 10 ایمپیر کی پیمائش 9.25 ایمپیر یا 10.75 ایمپیر تک ہو سکتی ہے۔ برقی رَو کی اصل قیمت انہی دو قیمتوں کے درمیان ہوتی ہے۔

4 - **برقی رَو کی قسم** - کوالٹی کی درجہ بندی کے نیچے علامت کے ذریعہ یہ ظاہر کیا جاتا ہے کہ میٹر کس قسم کی برقی رَو پر پیمائش کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے ("–" ڈی سی "~" اے سی)۔

شکل نمبر I 72/I میں درج شدہ تصریح '≂' ہے۔ یہ میٹر اے سی اور ڈی سی دونوں کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔

5 - **ٹیسٹ وولٹیج** - کوالٹی کی درجہ بندی اور برقی رَو کی علامت کے بعد ایک ستارہ بنا ہوتا ہے جس کے اندر درج شدہ ہندسہ میٹر کے ٹیسٹ وولٹیج کو ظاہر کرتا ہے۔ مندرجہ ذیل علامات اس مقصد کے لیے استعمال کی جاتی ہیں۔

✡ 500 وولٹ کے ٹیسٹ وولٹیج
✡ 1000 ″ ″ ″ ″
✡ 2000 ″ ″ ″ ″
✡ 3000 ″ ″ ″ ″
✡ 5000 ″ ″ ″ ″

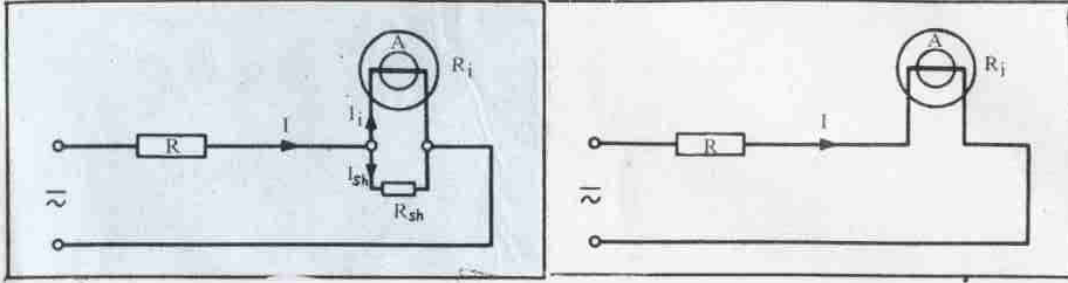
I 72/III ٹیسٹ وولٹیج کی علامات

شکل نمبر I 72/I میں دکھائے میٹر پر ✡ کا نشان درج ہے۔ اس سے مراد ہے کہ میٹر کو 2,000 وولٹ پر اس طرح ٹیسٹ کیا گیا ہے کہ نظام حرکت اور خول بغیر پنکچر ہوئے اس برقی دباؤ کو برداشت کر سکتے ہیں۔

721 **سوالات** : (1) ڈائل کے مندرجہ ذیل چھاپوں سے کیا مراد ہے (I 721/I):

(2) ایک وولٹ میٹر کی پیمائشی حد 500 وولٹ ہے اور اس کی کوالٹی کا درجہ 0.5 دیا گیا ہے۔ ہر انصراف کے لیے میٹر کی پیمائش کی غلطی کیا ہو گی ؛ (3) ایک میٹر میں جب کوئی برقی رَو نہیں گزرتی تو اس کی سوئی صفری حالت سے ایک درجہ آگے ہے۔ پیمائش کی غلطی بغیر دقت کے کیسے دُور کی جا سکتی ہے ؛

73 پیمائشی آلات کے ذریعے پیمائش (Measuring with measuring instruments)

731 برقی رَو کی پیمائش (Measurement of current)

I 731/I براہ راست پیمائش — I731/II شنٹ مزاحمت سے پیمائش

اگر صارف کو فراہم کردہ برقی رَو کی پیمائش کرنی ہو تو میٹر کو سرکٹ میں اس طرح لگانا چاہیے کہ اس میں سے بھی وہی برقی رَو بہے جو صارف میں سے گزر رہی ہو۔

نوٹ | ایم میٹر کو سرکٹ میں ہمیشہ سلسلہ وار ترتیب میں لگاتے ہیں۔

ہر پیمائشی میٹر کی ایک اندرونی مزاحمت 'R_i' ہوتی ہے۔اس لیے پیمائشی کنیکشن دو مزاحمتوں '$R+R_i$' کا ہم سلسلہ سرکٹ تصور کیا جاسکتا ہے۔برقی رَو کی مقدار پر ایم میٹر کی اندرونی مزاحمت کا اثر نہیں ہونا چاہیے اس لیے ایم میٹر کی اندرونی مزاحمت صارف کی مزاحمت سے بہت کم ہونی چاہیے۔

پیمائش میں غلطی۔اگر غلطی 1 فیصد سے کم رکھنی ہو تو ایم میٹر کی اندرونی مزاحمت صارف کی مزاحمت کے $\frac{1}{100}$ سے زیادہ نہیں ہونی چاہیے۔اس لیے یہ ضروری ہوتا ہے کہ پیمائش کرنے سے پیشتر ایم میٹر بنانے والی کمپنی کے بیاض میں دی گئی اندرونی مزاحمت معلوم کر لی جائے۔

پیمائشی حدود میں وسعت۔اگر ایسی برقی رَو کی پیمائش کرنا مقصود ہو جس کی قیمت ایم میٹر کی پیمائشی حد سے زیادہ ہو تو ایم میٹر کے ساتھ شنٹ مزاحمت (shunt resistor) لگانی پڑے گی (I731/II)۔شنٹ لگانے سے برقی رَو دو حصوں میں منقسم ہو جاتی ہے برقی رَو 'I_i' میٹر میں سے گزرتی ہے اور 'I_{sh}' ('sh' شنٹ کے لیے) شنٹ میں سے گزرتی ہے۔

مجموعی برقی رَو 'I' دونوں حصوں کے مجموعہ کے برابر ہوگی یعنی

$$I=I_i+I_{sh}$$

$$\therefore \quad I_{sh}=I-I_i$$

متوازی سرکٹ کے قوانین کی رُو سے (باب 282)

$$\frac{R_{sh}}{R_i}=\frac{I_i}{I_{sh}}$$

اس لیے

$$R_{sh}=\frac{R_i\times I_i}{I_{sh}}$$

اگر پیمائشی حد کو 'n' گنا تک بڑھانا ہو تو

$$I=n\times I_i$$

$$I_{sh}=n\times I_i-I_i=(n-1)\,I_i$$

اگر اوپر والے فارمولے میں 'I_{sh}' کی یہ قیمت درج کر دی جائے تو

$$R_{sh}=\frac{R_i\times I_i}{(n-1)\times I_i}=\frac{R_i}{n-1}$$

مثال - ایک ایم میٹر کی آخری حد 2 ملی ایمپیئر ہے - اس کی آخری حد 1 ایمپیئر تک بڑھانا مقصود ہے میٹر کی اندرونی مزاحمت 50 اوم ہے . شنٹ کی مزاحمت معلوم کریں -

معلوم : $R_i = 50\,\Omega$; $I_i = 2$ mA ; $I = 1A = 1{,}000$ mA

مطلوب : $R_{sh} = ?$

حل : پہلا طریقہ

$I_{sh} = I - I_i = 1000 - 2 = 998$ mA

$$R_{sh} = \frac{R_i \times I_i}{I_{sh}} = \frac{50 \times 2}{998} = 0.1\,\Omega$$

دوسرا طریقہ

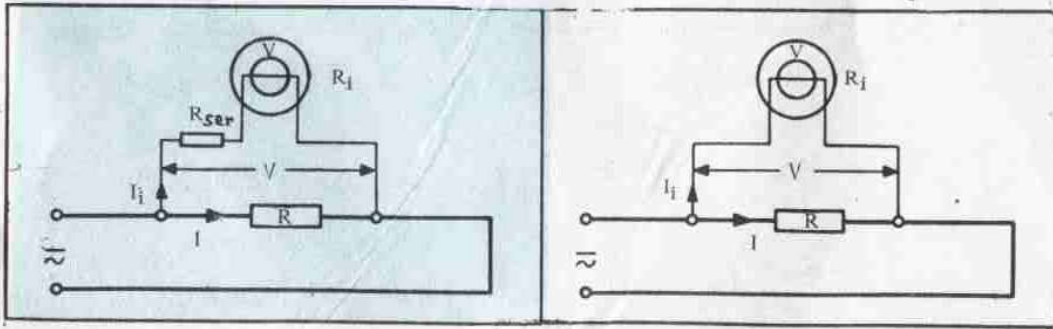
$$n = \frac{1000}{2} = 500$$

$$R_{sh} = \frac{R_i}{(n-1)} = \frac{50}{499} = 0.1\,\Omega$$

جواب : شنٹ کی مزاحمت 0.1 اوم ہونی چاہیے -

شنٹ مزاحمتیں میٹر بنانے والی کمپنی شنٹ مزاحمت کو میٹر کے اندر بھی در بستہ کر دیتی ہیں - اس صورت میں ایم میٹر کے ساتھ ایک انتخاب کنندہ (selector) لگانا پڑتا ہے جس کی مدد سے مناسب پیمائشی حد کا انتخاب کیا جا سکتا ہے - اگر پیمائش کی جانے والی برقی رَو کی قیمت کا اندازہ نہ ہو تو سب سے پہلے ایم میٹر کی انتہائی سکیل کا انتخاب کیا جا سکتا ہے اور پھر اس کو انتخاب کنندہ کی مدد سے کم کیا جاتا ہے تاکہ میٹر کی سوئی سکیل کے تقریباً درمیان میں آجائے اور برقی رَو کی قیمت آسانی سے پڑھی جا سکے - اس طریقہ سے پیمائشی نظام کے اوور لوڈ اور خراب ہونے کا خدشہ نہیں ہوتا - اس کے علاوہ شنٹ مزاحمتیں بیرونی طور پر ٹرمینل پر بھی لگائی جاتی ہیں - اس صورت میں بھی پہلے انتہائی سکیل منتخب کی جاتی ہے - برقی رَو کی پیمائش کے لیے کم لمبائی کی موٹی تاریں استعمال کی جاتی ہیں تاکہ تار کی زیادہ مزاحمت پیمائش پر اثر انداز نہ ہو -

کرنٹ ٹرانسفارمر - کرنٹ ٹرانسفارمر کی مدد سے اے سی ایم میٹر کی پیمائشی حدود آسانی سے بڑھائی جا سکتی ہیں - کرنٹ ٹرانسفارمر سیکنڈری وائینڈنگ میں برقی رَو کو 1 یا 5 ایمپیئر تک کم کر دیتا ہے - کرنٹ ٹرانسفارمر کی سیکنڈری برقی رَو کا معیار DIN 42600 کے مطابق مقرر کیا گیا ہے -

732 برقی دباؤ کی پیمائش (The measurement of voltage)

I 732/II ہم سلسلہ مزاحمت سے پیمائش

I 732/I براہِ راست پیمائش

کلیہ اوم کی رُو سے برقی دباؤ ، برقی رَو اور مزاحمت کے حاصل ضرب کے برابر ہوتا ہے - یعنی مستقل مزاحمت 'R_i' کی صورت میں برقی دباؤ کا انحصار صرف میٹر میں سے گزرنے والی برقی رَو 'I_i' پر ہوگا - اس طرح میٹر میں سے گزرنے والی برقی رَو میٹر پر لگائے گئے برقی دباؤ کے متناسب ہوتی ہے -

متوازی ترتیب سے لگی ہوئی دو مزاحمتوں پر ایک ہی برقی دباؤ ہوتا ہے۔

نوٹ | جس صارف کے برقی دباؤ کی پیمائش کرنی ہو وولٹ میٹر اُس کے متوازی لگایا جاتا ہے۔

پیمائش میں غلطی۔ وولٹ میٹر لگانے کی وجہ سے صارف کے برقی دباؤ پر اثر نہیں پڑنا چاہیے۔ اس مقصد کے لیے صارف کی طرف بہنے والی برقی رَو 'I' میں وولٹ میٹر میں سے بہنے والی جزوی برقی رَو 'I_i' کی وجہ سے زیادہ کمی نہیں آنی چاہیے۔ اس کا یہ مطلب ہے کہ وولٹ میٹر کی اندرونی مزاحمت صارف کی مزاحمت سے بہت زیادہ ہونی چاہیے۔ اگر وولٹ میٹر کی پیمائش میں غلطی 1 فیصد سے بڑھنے نہ دینی ہو تو وولٹ میٹر کی اندرونی مزاحمت صارف کی مزاحمت کا 100 گنا ہونی چاہیے۔

وولٹ میٹر کی اندرونی مزاحمت معلوم کرنا۔ وولٹ میٹر بنانے والی کمپنیاں وولٹ میٹر کی اندرونی مزاحمت ظاہر کرنے کے لیے مزاحمت کو اوم فی وولٹ کی صورت میں ظاہر کرتی ہیں۔ اگر ایک میٹر کی اندرونی مزاحمت 333 اوم فی وولٹ دی گئی ہو اور وولٹ میٹر کا آخری انصراف 3 وولٹ ہو تو اس برقی دباؤ پر وولٹ میٹر کی مزاحمت 333×3 یعنی 1000 اوم ہو گی۔ 30 وولٹ کی حد کے لیے اندرونی مزاحمت 30×333 یعنی 10,000 اوم ہو گی۔

غلط پیمائش۔ اگر وولٹ میٹر کی مزاحمت صارف کی مزاحمت سے کم ہو تو صارف کے وولٹیج منقسم ہو جاتے ہیں۔ کیونکہ اس طرح میٹر میں سے زیادہ برقی رَو گزرتی ہے اور صارف میں سے کم برقی رَو گزرے گی۔ چونکہ برقی دباؤ، برقی رَو اور مزاحمت کے حاصل ضرب کے برابر ہوتا ہے اس لیے صارف پر برقی دباؤ، برقی رَو کے لحاظ سے کم ہو جاتا ہے اور وولٹ میٹر غلط پیمائش کرتا ہے اور پیمائش شدہ برقی دباؤ بہت کم ہوتا ہے۔

پیمائشی حدود میں وسعت۔ اگر کم پیمائشی حدود والے وولٹ میٹر کے ساتھ زیادہ برقی دباؤ کی پیمائش کرنی مقصود ہو تو اس کی پیمائشی حد میں وسعت کرنی پڑے گی (I 732/II)۔ اس مقصد کے لیے وولٹ میٹر کی سیریز میں ایک مزاحم (resistor) 'R_{ser}' لگا دیا جاتا ہے۔ میٹر میں سے گزرنے والی برقی رَو 'I_i' ہم سلسلہ مزاحم میں سے بھی گزرتی ہے۔ یہ برقی رَو وولٹ میٹر کے انتہائی انصراف اور اندرونی مزاحمت 'R_i' کی مدد سے معلوم کی جا سکتی ہے۔

$$I_i = \frac{V_i}{R_i}$$

سیریز مزاحم کی قیمت معلوم کرنا۔ سیریز مزاحم 'R_{ser}' وولٹ میٹر کی اندرونی مزاحمت 'R_i' کے سیریز میں ہوتا ہے اس لیے مجموعی مزاحمت:

$$R_{total} = R_{ser} + R_i$$

مجموعی مزاحمت پر برقی دباؤ پیمائش کیے جانے والے برقی دباؤ 'V' کے برابر ہے۔

$$R_{total} = \frac{V}{I_i}$$

سیریز مزاحم 'R_{ser}' سیریز کنکشن سے معلوم کر سکتے ہیں

$$R_{ser} = R_{total} - R_i$$

اگر پیمائشی حدود کو 'n' گنا تک وسعت دینی ہو تو

$$V = n \times V_i \qquad \therefore \; R_{total} = \frac{n \times V_i}{I_i}$$

اب چونکہ '$R_i = \frac{V_i}{I_i}$' اس لیے مجموعی مزاحمت 'R_{total}' = n × اندرونی مزاحمت 'R_i'

$$\therefore \; R_{ser} = nR_i - R_i$$

$$R_{ser} = R_i\,(n-1)$$

مثال : ایک وولٹ میٹر کی اصل پیمائشی حد 0.03 وولٹ ہے اور اس کی اندرونی مزاحمت 10 اوم ہے۔ میٹر کی پیمائشی حد کو 30 وولٹ تک بڑھانا مقصود ہے۔ سیریز مزاحم کی قیمت معلوم کریں۔

معلوم : $V_i = 0.03\ V$; $R_i = 10\,\Omega$; $V = 30\ V$

مطلوب : $R_{ser} = ?$

حل : پہلا طریقہ :

$$I_i = \frac{V_i}{R_i} = \frac{0.03}{10} = 3\ mA$$

$$R_{total} = \frac{V}{I_i} = \frac{30}{0.003} = 10{,}000\,\Omega$$

$$R_{ser} = R_{total} - R_i = 10{,}000 - 10 = 9{,}990\,\Omega$$

دوسرا طریقہ :

$$n = \frac{V}{V_i} = \frac{30}{0.03} = 1000$$

$$R_{ser} = R_i\,(n-1)$$

$$= 10\,(1{,}000 - 1) = 10 \times 999 = 9{,}990\,\Omega$$

جواب : میٹر کی پیمائشی حد کی وسعت کیلئے 9,990 اوم کا سیریز مزاحم درکار ہے۔

سیریز مزاحم بھی درلبتہ ہوسکتے ہیں اور وولٹ میٹر کے بیرونی ٹرمینل پر بھی لگائے جاسکتے ہیں۔ بیرونی طور پر لگائے جانے والے مزاحم کو بوقتِ ضرورت الگ بھی کیا جاسکتا ہے۔ مثلاً 'ملٹاوی 5' (Multavi 5) میں برقی دباؤ اور برقی رو کی سکیل دو انتخاب کنندوں کی مدد سے فوری طور پر منتخب کی جاسکتی ہے۔ بائیں طرف کے سوئچ کی مدد سے برقی رو کے لیے پیمائشی سکیل اور دائیں طرف کے سوئچ کی مدد سے برقی دباؤ کے لیے پیمائشی سکیل منتخب کی جاسکتی ہے۔ درمیان والے سوئچ کی مدد سے برقی رو کی قسم منتخب کی جاتی ہے۔ اس سوئچ کو اصل انتخاب کنندہ (main selector) کہتے ہیں۔ اس کے علاوہ اصل انتخاب کنندہ 60 ملی وولٹ اور 0.3 ملی ایمپیئر کی ڈی سی پیمائشی سکیل اور 300 ملی وولٹ کی اے سی، ڈی سی پیمائشی سکیل منتخب کرنے کے لیے بھی استعمال کیا جاتا ہے۔

I 732/III کثیر المقاصد میٹر بمعہ انتخاب کنندہ برائے پیمائشی حد

برقی دباؤ کی پیمائش میں 6 سے 600 وولٹ کی سکیل کے لیے اندرونی مزاحمت 666 اوم فی وولٹ ہے۔ 1.5 وولٹ کی سکیل کے لیے اندرونی مزاحمت 1130 اوم فی وولٹ اور 300 ملی وولٹ کی ڈی سی سکیل کے لیے اندرونی مزاحمت 3,333 اوم فی وولٹ ہے۔ اس صورت میں بھی سکیل کو زیادہ حد سے تھوڑی حد کی طرف تبدیل کیا جاتا ہے۔ پیمائشی تاروں کی لمبائی کم رکھنی چاہیے۔

وولٹیج ٹرانسفارمر۔ وولٹیج ٹرانسفارمر کی مدد سے اے سی وولٹ میٹر کی پیمائشی حد آسانی سے بڑھائی جاسکتی ہے۔ 'DIN 42600' کے مطابق ٹرانسفارمر کا سیکنڈری برقی دباؤ 100 وولٹ متعین کیا گیا ہے۔

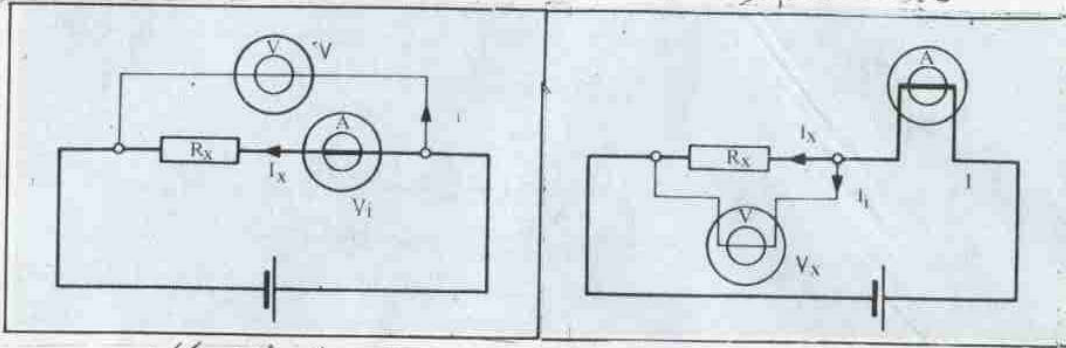
کلیۂ اوم کے مطابق

$$V = I \times R$$

$$\therefore R = \frac{V}{I}$$

برقی رو اور برقی دباؤ کی پیمائش سے مزاحمت کی قیمت معلوم کی جاسکتی ہے۔

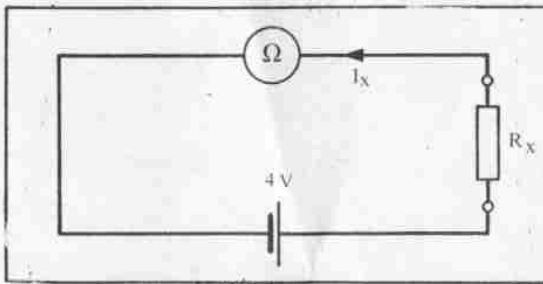
کم مقدار کی مزاحمتوں کی پیمائش (Measurement of low resistance)

شکل نمبر I 733/I میں ایم میٹر میں سے مزاحمت 'R_x' کی نسبت زیادہ برقی رَو گزرتی ہے۔ ان دونوں برقی رَوؤں کا فرق وولٹ میٹر

I 733/II زیادہ مقدار کی مزاحمت کی پیمائش کے لیے کنیکشن — I 733/I کم مقدار کی مزاحمت کی پیمائش کے لیے کنیکشن

میں سے گزرنے والی برقی رَو کے برابر ہوتا ہے۔ اگر برقی رَو 'I_x' وولٹ میٹر میں سے گزرنے والی برقی رَو 'I_i' سے بہت زیادہ ہو تو برقی دباؤ کی پیمائش بہت درست ہوتی ہے اور پیمائشی غلطی نظر انداز کی جاسکتی ہے نتیجتاً 'R_x' کو وولٹ میٹر کی اندرونی مزاحمت 'R_i' سے بہت کم ہونا چاہیے۔ یہ کنیکشن صرف کم مقدار کی مزاحمت کی پیمائش کے لیے موزوں ہے۔ (تصحیحی مساوات : $R_x = \frac{V_x}{I - I_i}$)

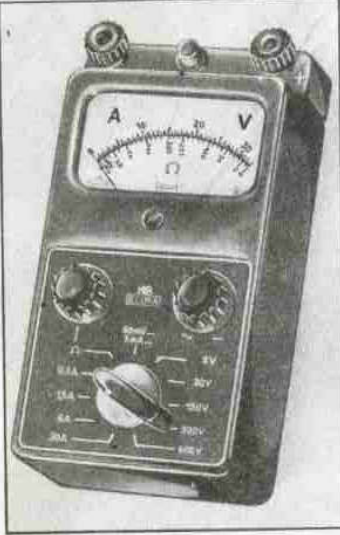
زیادہ مقدار کی مزاحمتوں کی پیمائش (Measurement of high resistance)

شکل نمبر I 733/II میں ایم میٹر اور مزاحمت 'R_x' میں سے ایک ہی برقی رَو گزرتی ہے۔ وولٹ میٹر سے پیمائش کردہ برقی دباؤ میں ایم میٹر کی اندرونی مزاحمت پر ظاہر ہونے والا برقی دباؤ بھی شامل ہوگا۔ اگر 'R_x' ایم میٹر کی اندرونی مزاحمت سے بہت زیادہ ہو تو پیمائشی غلطی بہت معمولی ہوگی۔ یہ کنیکشن صرف زیادہ مقدار کی مزاحمتوں کی پیمائش کرنے کے لیے موزوں ہے۔

(تصحیحی مساوات : $R_x = \frac{V - V_i}{I_x}$)

اوم میٹر کا اصول۔ اگر برقی دباؤ یکساں رہے تو کلیۂ اوم کے مطابق '$R = \frac{V}{I}$' ۔ اور اس طرح مزاحمت 'R' صرف برقی رَو کی مدد سے معلوم کی جاسکتی ہے۔ مختلف مزاحمتیں 'R_x' ایم میٹر میں مختلف انحراف کا باعث ہوں گی۔ میٹر کی سکیل کی درجہ بندی اوم میں کی جاتی ہے۔ اس میٹر کو اوم میٹر (ohm meter) کہتے ہیں۔

I 733/III اوم میٹر کا اصول

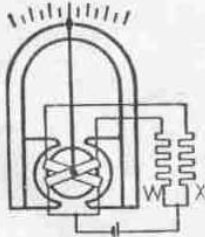
کثیر المقاصد میٹر (الاوی) 1 (I 733/IV) اسی اصول پر عمل کرتا ہے۔ برقی رَو اور برقی دباؤ کے علاوہ اس کی مدد سے 0 سے 10 کلو اوم کی مزاحمتوں کی براہِ راست پیمائش کی جاسکتی ہے۔ 1.5 وولٹ کا ٹارچ کا سیل برقی دباؤ کے مبداء کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ اصل انتخاب کنندہ کی مدد سے اوم میٹر کو آن کیا جاتا ہے (نچلے سوئچ کو سب سے اوپر والی حالت پر رکھنے سے اوم کی سکیل منتخب ہو جائے گی)۔ پیمائش کی جانے والی مزاحمت کی مقدار نچلی سکیل سے براہِ راست پڑھی جاسکتی ہے۔

چونکہ برقی رَو کے مبدا پر برقی دباؤ کا ضیاع لوڈ کرنٹ 'I_x' کی وجہ سے مسلسل بدلتا رہتا ہے اس لیے میٹر سے صرف کسی حد تک درستگی کے ساتھ پیمائش کی جاسکتی ہے۔ اس کے علاوہ سیل کا برقی دباؤ استعمال کے ساتھ ساتھ کم ہونا شروع ہوجاتا ہے۔ اسی لیے اچھی قسم کے اوم میٹر میں کم ازکم مباح برقی دباؤ کا اشارہ ظاہر ہوجاتا ہے۔ اس سے کم برقی دباؤ کی صورت میں سیل تبدیل کردینے چاہییں۔

میگنیٹو جنریٹر (جو کہ میگر بھی کہلاتا ہے جس سے مجوزیت ٹیسٹ کرتے ہیں) جو کہ تنصیبات کی مجوزیتی مزاحمت ٹیسٹ کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے اوم میٹر کے اصول پر عمل کرتا ہے۔ کرینک کی مدد سے چلنے والا ایک چھوٹا سا ڈی سی جنریٹر برقی دباؤ کے مبدا کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ کئی ایک مجوزیتی مزاحمت ناپنے والے میٹروں میں ٹارچ کا سیل برقی دباؤ کے مبدا کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے جس کی برقی رَو کو قطع کردیا جاتا ہے اور پھر ٹرانسفارمر کے ذریعہ اس کو زیادہ کرکے دوبارہ ڈی سی میں تبدیل کردیا جاتا ہے۔ اس طرح کرینک کو گھمانے کی ضرورت نہیں پڑتی اور اصل پیمائش کرنے کے لیے ہاتھ فارغ ہوجاتا ہے۔

I 733/IV کثیر المقاصد میٹر بمعہ اوم میٹر

صلیبی کوائلوں کی پیمائشی میکانیت اور صلیبی کوائلوں والا اوم میٹر

(The crossed coil measuring mechanism and crossed coil ohm meter)

صلیبی کوائلوں کی میکانیت استعمال کرنے سے پیمائش پر برقی دباؤ کے مبدا کا اثر ختم کیا جاسکتا ہے۔ پیمائشی میکانیت دو صلیبی کوائلوں پر مشتمل ہوتی ہے جو کہ ایک دوسرے کے ساتھ اس طرح مضبوطی سے جوڑے جاتے ہیں کہ وہ ایک مستقل مقناطیس کے میدان میں حرکت کرسکتے ہیں جیسا کہ شکل نمبر I 733/V سے ظاہر ہے۔ مقناطیسی میدان یکساں نہیں ہوتا بلکہ قطبوں کے کنارے پر یہ زیادہ طاقتور ہوتا ہے۔ مقناطیسی میدان کو یکساں کرنے کے لیے قطبوں کو مناسب شکل دی جاتی ہے۔ کوائلوں کو ایک دوسرے کی مخالف سمت میں جوڑا جاتا ہے تاکہ ان کے وہ مقناطیسی میدان جن کی قوت برابر ہو ایک دوسرے کی مخالف سمت میں عمل کریں۔ ایک میدان بائیں طرف عمل کرتا ہے اور دوسرا دائیں طرف۔ اس طرح سُوئی پر کوئی حرکت پیدا نہیں ہوتی۔ یہ حالت اسی صورت میں ہے جب دونوں کوائلوں میں ایک ہی برقی رَو گزر رہی ہو۔ اگر ایک کوائل میں برقی رَو زیادہ ہوجائے تو اس کے مقناطیسی میدان کی قوت بھی بڑھ جاتی ہے اور سوئی اس کی سمت میں گھوم جاتی ہے۔ اگر برقی دباؤ ایک ہی ہو تو دونوں کوائلوں میں سے گزرنے والی برقی رَو کا انحصار دونوں شاخوں کی مزاحمت پر رہتا ہے۔ اگر ایک شاخ کی مزاحمت 'W' مقرر کردی جائے تو دوسری شاخ میں لگی ہوئی نامعلوم مزاحمت 'R_x' اس میں سے گزرنے والی برقی رَو پر اثر انداز ہوگی اور اس کی مقدار صلیبی کوائلوں کے نظام سے نامعلوم مزاحمت کے لحاظ سے ناپی جاسکتی ہے۔ میٹر پر ظاہر شدہ مقدار دونوں کوائلوں میں سے گزرنے والی برقی رَوؤں کی نسبت پر منحصر ہوتی ہے اور برقی دباؤ کا پیمائش پر کوئی اثر نہیں پڑتا۔ برقی دباؤ میں 20 ± فیصد کی تبدیلی پیمائش پر اثر انداز نہیں ہوتی۔ اچھی قسم کے اوم میٹر میں صلیبی کوائلوں والی میکانیت استعمال کی جاتی ہے۔ انہیں صلیبی کوائلوں والا اوم میٹر کہتے ہیں۔ یہ مجوزیتی مزاحمتوں جیسی زیادہ مقدار کی مزاحمتوں کی پیمائش کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔

I733/V صلیبی کوائلوں کی پیمائشی میکانیت

0.01 اوم سے 1,000,000 اوم تک کی مزاحمتوں کی صحیح پیمائش کے لیے عام طور پر ویٹ سٹون کا پیمائشی پل (Wheatstone measuring bridge) استعمال کیا جاتا ہے۔

E 733/I ویٹ سٹون کا پیمائشی پل

تجربہ: دو نقاط 'A' اور 'C' کے درمیان مخصوص لمبائی کا مزاحمتی تار لگایا گیا ہے۔ 'A' اور 'C' پر برقی دباؤ کا مبدا لگایا گیا ہے جس کو مزاحمت 'Rser' کے ذریعہ کم و بیش کیا جاسکتا ہے جس مزاحم 'Rx' کی پیمائش کرنا مطلوب ہے وہ 'A' اور 'B' کے درمیان لگایا گیا ہے۔ 'B' اور 'C' کے درمیان ایک ایسی معلوم مقدار کی مزاحمت لگائی گئی ہے جس کی قیمت نامعلوم مزاحمت Rx کی اندازاً قیمت کے برابر ہے۔ 'B' اور 'D' کے درمیان متحرک کوائل والا وولٹ میٹر لگایا گیا ہے۔ تار کا نقطہ 'D' والا سرا حرکت پذیر ہے اور 'A' اور 'C' کے درمیان لگے ہوئے تار پر سرکایا جاسکتا ہے۔ اس تار کو پھسلواں تار (slide wire) کہتے ہیں اور اس پیمائشی نظام کو پھسلواں تار کا پل (slide wire bridge) کہتے ہیں۔

وولٹ میٹر کی سکیل کی صفری حالت سکیل کے درمیان ہے۔ پھسلنی 'D' کو تار پر سرکایا جاتا ہے حتیٰ کہ میٹر کی سوئی عین صفری حالت پر آجائے۔ اس حالت میں 'B' اور 'C' کے درمیان کوئی برقی دباؤ نہیں ہوتا کیونکہ ان نقاط کے درمیان برقی دباؤ ہی کی وجہ سے میٹر کی سوئی میں انصراف پیدا ہوتا ہے۔ لہٰذا 'A' اور 'B' کے درمیان برقی دباؤ 'A' اور 'D' کے درمیان برقی دباؤ کے برابر ہوگا۔ اسی طرح 'B' اور 'C' کے درمیان برقی دباؤ 'D' اور 'C' کے درمیان برقی دباؤ کے برابر ہوگا۔

پس

$$V_x = V_a$$

$$V_R = V_b$$

کلیہ اوم کی رُو سے

$$I_x \times R_x = I_a \times R_a$$

اور

$$I_R \times R = I_b \times R_b$$

جب میٹر کی سوئی نقطۂ صفر پر ہو گی تو پُل کی اوپر والی شاخوں میں برقی رَو برابر ہو گی اور اسی طرح نیچے والی شاخوں میں بھی یہی صورتِ حال ہو گی۔ اس طرح

$$I_x = I_R$$

اور

$$I_a = I_b$$

$$I_x \times R_x = I_a \times R_a$$

$$I_x \times R = I_a \times R_b$$

دونوں مساواتوں کو آپس میں تقسیم کرنے سے

$$\frac{R_x}{R} = \frac{R_a}{R_b}$$

مزاحمت 'R_a' اور 'R_b' تار کی لمبائی کے متناسب ہیں اس لیے ان کی جگہ علی الترتیب لمبائی 'a' اور 'b' درج کی جاسکتی ہیں۔ اس طرح

$$\frac{R_x}{R} = \frac{a}{b}$$

یا R_x کے لحاظ سے لکھنے سے

$$R_x = \frac{a}{b} \times R$$

اگر تار کی لمبائی 'a' اور 'b' معلوم ہو تو معلوم تقابلی مزاحمت کی قیمت کے ذریعہ نامعلوم مزاحمت کو بہت درستگی کے ساتھ معلوم کیا جاسکتا ہے۔ تقابلی مزاحمت کو دس کی طاقت کے مدارج سے تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ یہ تبدیلی انتخاب کنندہ یا کلیدِ اتصال (Plug contact) کی مدد سے کی جاسکتی ہے۔ تقابلی مزاحمت کی قیمتیں 0.1 —— 1 —— 10 —— 100 —— اور 1000 اوم ہوتی ہیں۔

مائع اور ارضی مزاحمت (Liquid and ground resistance) ۔ کسی مائع کی مزاحمت یا ارضی مزاحمت کی پیمائش کی صورت میں ڈی سی کی وجہ سے پیدا ہونے والی برق پاشیدگی پیمائش کے نتیجہ میں غلطی کا باعث بنتی ہے۔ اس صورت میں آواز گر یا بزر (buzzer) کی مدد سے اے سی پیدا کی جاتی ہے جسے ہیڈ فون (headphone) کی مدد سے سُنا جاسکتا ہے۔ پیمائشی پل میں میٹر کی جگہ ہیڈ فون لگایا جاتا ہے۔ پھسلنی کو حرکت دے کر ایسی حالت میں لایا جاتا ہے کہ ہیڈ فون میں سے کم سے کم آواز آئے۔ اس طرح مختلف مقداروں کی قیمتوں کی مدد سے پہلے کی طرح حساب لگا کر نامعلوم مزاحمت کی قیمت معلوم کی جا سکتی ہے۔

مثال : ایک تجربہ میں تقابلی مزاحمت 1000 اوم ہے۔ بازو 'a' کی لمبائی 20 سنٹی میٹر اور بازو 'b' کی لمبائی 80 سنٹی میٹر ہے۔ نامعلوم مزاحمت کی قیمت معلوم کریں۔

معلوم : $R = 1000\,\Omega$; $a = 20$ cm ; $b = 80$ cm

مطلوب : $R_x = ?$

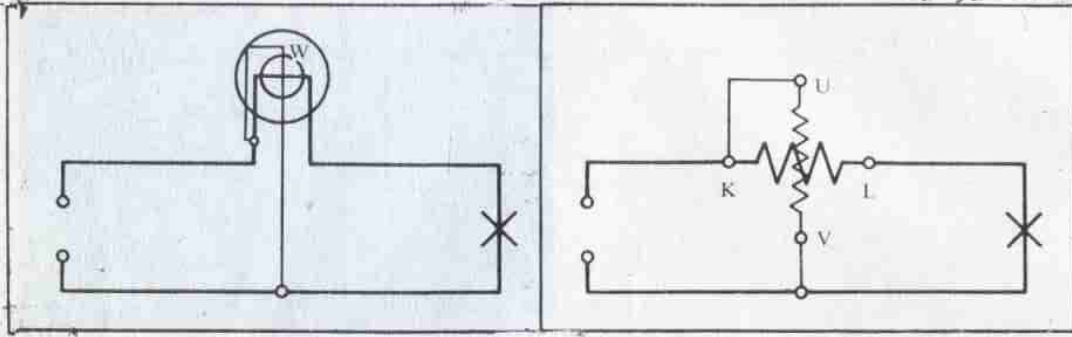
حل :

$$R_x = \frac{a}{b} \times R$$

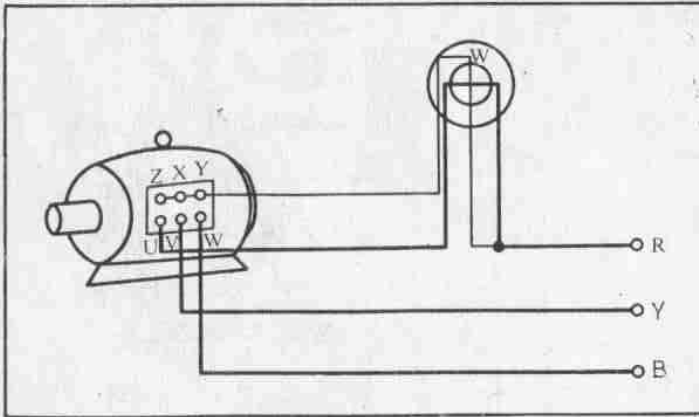
$$= \frac{20}{80} \times 1{,}000 = 250\ \Omega$$

جواب : نامعلوم مزاحمت کی قیمت 250 اوم ہے۔

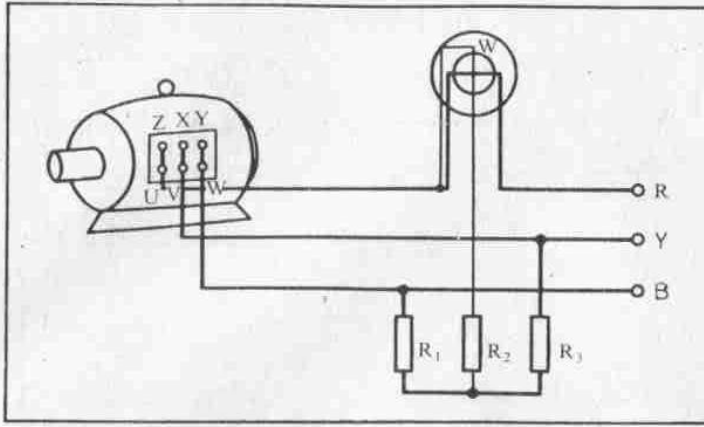
734. طاقت کی پیمائش (Measurement of power)

اگر برقی حرکیاتی نظام میں ساکن کوائل کو برقی رَو کے کوائل (current coil) کے طور پر اور متحرک کوائل کو برقی دباؤ کے کوائل (voltage coil) کے طور پر سرکٹ میں لگایا جائے تو میٹر کی سُوئی برقی دباؤ 'V' اور برقی رَو 'I' کی حاصل ضرب یعنی طاقت 'P' کے متناسب ہوگی۔ اس طرح میٹر کو ڈی سی اور سنگل فیز اے سی سرکٹ میں صرف شدہ طاقت کی پیمائش کے لیے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ اس میٹر کو واٹ میٹر کہتے ہیں۔

I 734/I کوائلوں کے کنکشن   I 734/II پیمائشی میکانیت

میٹر کے کرنٹ کوائل کے ٹرمینل پر 'K–L' کے حروف درج ہوتے ہیں اور وولٹیج کوائل پر 'U–V' کے حروف درج کیے جاتے ہیں۔ U اور K کو ہمیشہ ایک ہی لائن پر لگاتے ہیں۔ وولٹیج کوائل کے ساتھ سیریز مزاحمت اور کرنٹ کوائل کے ساتھ شنٹ مزاحمت لگا کر میٹر کی پیمائشی حد میں اضافہ کیا جاسکتا ہے۔ ان اضافی مزاحمتوں کی قیمت معلوم کرتے وقت اس بات کا خیال رکھنا چاہیے کہ برقی رَو کی قیمت پورا انصراف (full deflection) پیدا کرنے والی برقی رَو سے بڑھنے نہ پائے۔

آلٹرنیٹنگ کرنٹ میں ہائی وولٹیج پر پیمائش کرنے کے لیے واٹ میٹر میں وولٹیج ٹرانسفارمر دربستہ ہوتے ہیں اور ہائی کرنٹ پر پیمائش کرنے کے لیے کرنٹ ٹرانسفارمر دربستہ کیے جاتے ہیں (باب 731 اور 732)

اگر میٹر کی سوئی غلط سمت میں گھومنے لگے تو کرنٹ کوائل یا وولٹیج کوائل میں سے کسی ایک کے کنکشن الٹ دیے جاتے ہیں۔

سہ فیز برقی سرکٹ کی صورت میں اگر تینوں فیزوں پر لوڈ یکساں ہو اور سٹار پوائنٹ قابلِ رسائی ہو تو واٹ میٹر کو شکل نمبر I 734/III کے طریقہ سے جوڑنے سے سہ فیز طاقت کی پیمائش کی جاسکتی ہے۔ اس طرح ہر فیز کی طاقت کی پیمائش کی جاتی ہے۔

I 734/III قابلِ رسائی سٹار پوائنٹ پر طاقت کی پیمائش

مجموعی طاقت 'P' ایک فیز کی طاقت کا تین گنا ہوگی۔

$$P = 3 \times P_{ph}$$

اگر سٹار پوائنٹ ناقابلِ رسائی ہو تو مصنوعی سٹار پوائنٹ بنا لیا جاتا ہے۔ مزاحمت 'R_2' اور وولٹیج کوائل کی اندرونی مزاحمت کا مجموعہ بقیہ ہر دو مزاحمتوں کے برابر ہوتا ہے۔

I 734/IV مصنوعی سٹار پوائنٹ سے طاقت کی پیمائش

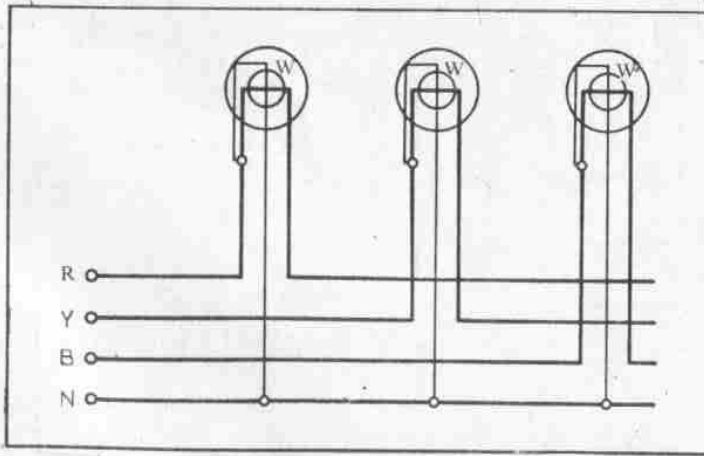
$$R_1 = R_3 = R_2 + R_i$$

اس صورت میں بھی میٹر ہر فیز کی طاقت کی پیمائش کرتا ہے اور مجموعی طاقت

$$P = 3 \times P_{ph}$$

چار تاروں کے نظام (Four wire system) میں طاقت کی پیمائش کے لیے 3 واٹ میٹر استعمال کیے جاتے ہیں۔ ایک واٹ میٹر استعمال ہونے کی صورت میں اس کے ساتھ انتخاب کنندہ کی ضرورت ہوتی ہے۔ انتخاب کنندہ کی مدد سے واٹ میٹر کو یکے بعد دیگرے تینوں فیزوں کے ساتھ جوڑا جاتا ہے۔ اس صورت میں لوڈ کا متوازن ہونا ضروری نہیں ہے۔ مجموعی طاقت پیمائش کردہ تینوں فیزوں کی طاقتوں کے مجموعہ کے برابر ہوتی ہے۔

$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

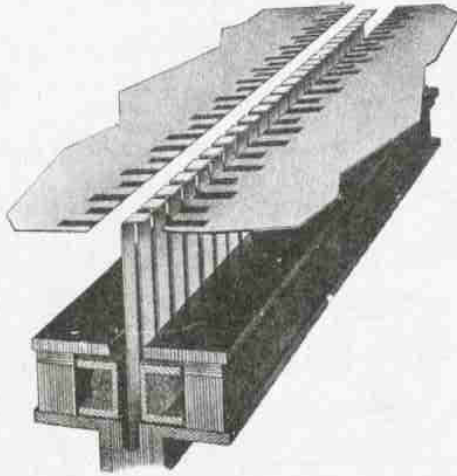
متوازن لوڈ کی صورت میں $P = 3 \times P_{ph}$ اور اس طرح صرف ایک پیمائش کی ضرورت پڑتی ہے۔

عملی پیمائش کے لیے تینوں واٹ میٹر ایک ہی میٹر میں دربستہ کر دیے جاتے ہیں اور میٹر براہِ راست اصل طاقت کو ظاہر کرے گا۔ پیمائش کردہ اصل طاقت اور پیمائش کردہ برقی دباؤ اور برقی رَو کی مدد سے کسی تنصیب کا جزو طاقت معلوم کیا جا سکتا ہے۔

$$\cos \varphi = \frac{P}{P_a}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{V \times I \times 1.73}$$

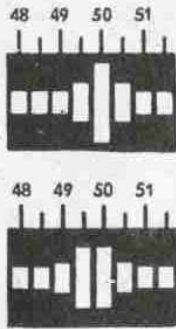
I 734/V چار تاروں کے نظام میں طاقت کی پیمائش

735 فریکوینسی کی پیمائش (Measurement of frequency)

مرتعش پتّی کا فریکوینسی میٹر (Vibrating reed frequency meter) - آلٹرنیٹنگ کرنٹ کی فریکوینسی کی پیمائش کرنے کے لیے اکثر مرتعش پتّی کا فریکوینسی میٹر استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کی ساخت شکل نمبر I 735/I میں دکھائی گئی ہے۔ یہ فولاد کی کئی ایک زبان نما پتریوں پر مشتمل ہوتا ہے۔ اِن پتریوں کو وائلن کے تاروں کی طرح خاص تعدادِ ارتعاش کے ساتھ ہم آہنگ (tune) کیا ہوتا ہے۔ زبان نما پتریاں برقی مقناطیس کے قطب کے سامنے ایک قطار میں نصب کی ہوتی ہیں۔ جب برقی مقناطیس کے کوائل میں سے آلٹرنیٹنگ برقی رَو گزرے گی، تو اس میں متعلقہ فریکوینسی کا بدلتا ہوا مقناطیسی میدان پیدا ہوتا ہے۔ زبان نما پتریوں پر مقناطیسی قوتِ کشش عمل کرتی ہے۔ لیکن صرف وہی پتری نمایاں طور پر مرتعش ہوگی جس کی فطری تعدادِ ارتعاش بدلتے ہوئے مقناطیسی میدان کی فریکوینسی سے دُگنی ہوتی ہے۔ اِس طرح 50 ہرٹز کی فریکوینسی پر وہی پتری نمایاں طور پر مرتعش ہوگی جس کی فطری تعدادِ ارتعاش 100 ہے۔

I 735/I مرتعش پتّی کا فریکوینسی میٹر

اگر برقی مقناطیس مستقل مقناطیس سے بنایا جائے تو ایسی مقناطیسیت پیدا ہو جاتی ہے جس کا منفی نصف دَور (negative half cycle) حذف ہو جاتا ہے۔ یہ صورت اس وقت پیدا ہوتی ہے جب مستقل مقناطیسی میدان بدلتے ہوئے میدان کی انتہائی قیمت کے برابر ہوتا ہے۔ اس طرح صرف مثبت نصف دَور مؤثر ہوگا اور اے سی کے ایک دَور میں پتری ایک بار حرکت کرے گی۔ اِس صورت میں مرتعش پتری کی فطری فریکوینسی اے سی کی فریکوینسی کے برابر ہوتی ہے۔

پیمائش - میٹر پر پیمائش کے مناسب اظہار کے لیے پتری کے اگلے سرے کو 90 درجہ پر موڑ کر اس پر سفید رنگ کر دیا جاتا ہے۔ پتریوں کے اوپر میٹر پر درج شدہ سکیل فریکوینسی کو ظاہر کرتی ہے۔ یہ فریکوینسی پتریوں کی فریکوینسی کے مطابق ہوتی ہے۔

I 735/II فریکوینسی میٹر حالتِ پیمائش میں

شکل نمبر I735/II میں میٹر کا ڈائل پیمائش کی حالت میں دکھایا گیا ہے۔ اُوپر والی صورت میں اے سی کی فریکوینسی ٹھیک 50 ہرٹز ہے۔ 50 ہرٹز والی پتری نمایاں طور پر مرتعش ہو جاتی ہے جبکہ ساتھ والی پتریاں بہت کم مرتعش ہوتی ہیں۔ نچلی صورت میں 49.5 ہرٹز اور 50 ہرٹز کی پتریاں نمایاں طور پر مرتعش ہوتی ہیں۔ فریکوینسی کی اصل قیمت ان کے درمیان یعنی 49.75 ہرٹز ہوگی۔ فریکوینسی میٹر کو سرکٹ میں وولٹ میٹر کی طرح لگایا جاتا ہے۔ یعنی یہ ہمیشہ صارف کے متوازی لگایا جاتا ہے۔ برقی دباؤ میں '10 ±' فیصد تک کی تبدیلی فریکوینسی کی پیمائش پر اثر انداز نہیں ہوتی۔

736 **سوالات :** (1) ایم میٹر کو سرکٹ میں کیسے لگایا جاتا ہے؟ (2) ایم میٹر کی اندرونی مزاحمت کی ساخت کیسی ہونی چاہیے؟ (3) ایک ایم میٹر کی پیمائشی حد 0.3 ایمپیئر ہے۔ ایم میٹر کی اندرونی مزاحمت 0.298 ہے۔ اگر پیمائشی حد کو 15 ایمپیئر تک وسعت دینی ہو تو شنٹ مزاحمت کی قیمت معلوم کریں۔ (4) پیمائشی میکانی نظام کو اوور لوڈ ہونے سے کیسے بچایا جاسکتا ہے؟ (5) وولٹ میٹر کو سرکٹ میں کیسے لگایا جاتا ہے؟ (6) ایک اوم میٹر کی اندرونی مزاحمت 1000 اوم فی وولٹ ہے، یہ کیا ظاہر کرتی ہے؟ (7) ایک وولٹ میٹر کی پیمائشی حد 10 وولٹ ہے اور اس کی اندرونی مزاحمت 10,000 اوم ہے۔ وولٹ میٹر کی پیمائشی حد کو 100 وولٹ تک وسعت دینے کے لیے کتنے اوم کا سیریز مزاحم منتخب کرنا چاہیے؟ (8) برقی رَو اور برقی دباؤ کی پیمائش سے مزاحمت معلوم کرتے وقت کس امر کو مدِنظر رکھنا چاہیے؟ (9) اوم میٹر کیسے کام کرتا ہے؟ (10) ویٹ سٹون کے پیمائشی پُل کی مدد سے کیسے پیمائش کی جاتی ہے؟ (11) طاقت کی پیمائش کے لیے کون سا پیمائشی نظام استعمال کیا جاتا ہے؟ (12) واٹ میٹر کی پیمائشی حدود کو کیسے وسعت دی جاسکتی ہے؟ (13) اگر واٹ میٹر کی سُوئی اُلٹی سمت میں گھُومے تو کیا کرنا چاہیے؟ (14) سہ فیز سکوئیرل کیج انڈکشن موٹر ایک بار ڈیلٹا اور دوسری بار سٹار کنکشن میں جوڑی گئی ہے، دونوں صورتوں میں طاقت کی پیمائش کرنی مقصود ہے اس کے لیے سرکٹ بنائیں اور طریقۂ پیمائش کی وضاحت کریں؟ (15) ایک ہیٹر کی طاقت معلوم کرنی درکار ہے۔ واٹ میٹر دستیاب نہیں ہے جبکہ وولٹ میٹر اور ایم میٹر پیمائش کے لیے دستیاب ہیں۔ ان کی مدد سے طاقت کیسے معلوم کی جاسکتی ہے؟ (16) برقی تنصیب میں جُزہ طاقت کی پیمائش کیسے کی جاتی ہے؟ جبکہ پیمائش کے لیے مندرجہ ذیل آلات دستیاب ہیں: وولٹ میٹر، ایم میٹر اور واٹ میٹر؟ (17) ایک دوکور کی ایلومینیم کیبل سطح زمین کے نیچے بچھائی گئی ہے۔ دونوں کور کے درمیان مکمل شارٹ سرکٹ پیدا ہوگیا ہے۔ شارٹ سرکٹ کے مقام کا تعیّن کرنے کے لیے کیبل کے شروع اور آخر والے سرے پر مزاحمت کی پیمائش کی گئی ہے۔ کیبل کے ابتدائی سرے پر پیمائش کردہ مزاحمت 0.032 اوم ہے اور آخری سرے پر پیمائش کردہ مزاحمت 0.08 اوم ہے۔ کیبل کی عمودی تراش کا رقبہ 25 مربع ملی میٹر ہے۔ شارٹ سرکٹ کے مقام کا تعیّن کریں اور کیبل کی کُل لمبائی معلوم کریں۔ (18) 500 وولٹ کی ایک تنصیب کی مجوزیت کی پیمائش کے دوران زمین اور تنصیب کے درمیان 0.6 میگا اوم کی مزاحمت ناپی گئی ہے۔ دورانِ عمل تنصیب کی نقصی برقی رَو (fault current) معلوم کریں۔ (19) ایک ایم میٹر کی پیمائشی حد 10 ایمپیئر اور اندرونی مزاحمت 1 اوم ہے۔ ایم میٹر کی پیمائشی حد 100 ایمپیئر تک بڑھانے کے لیے کیا کرنا چاہیے؟ (20) 220 وولٹ کی ایک تنصیب پر مجوزیت کی پیمائش کے دوران زمین اور تنصیب کے درمیان 0.4 میگا اوم کی مزاحمت ناپی گئی ہے۔ نقصی برقی رَو کی قیمت معلوم کریں۔ (21) 50 ایمپیئر کی پیمائشی حد والا ایک ایم میٹر 25 واٹ کی اندرونی طاقت صرف کرتا ہے۔ اس کی اندرونی مزاحمت معلوم کریں۔ (22) ایک وولٹ میٹر کی اندرونی مزاحمت 30,000.1 اوم ہے۔ پیمائش کے دوران اس میں سے 1.537 ایمپیئر برقی رَو گزرتی ہے۔ وولٹ میٹر سے پیمائش کردہ برقی دباؤ کی قیمت کیا ہوگی؟ (23) ایک سہ فیز جنریٹر کی پیمائش کردہ طاقت 30 کلوواٹ ہے۔ اسی دوران وولٹ میٹر 220 وولٹ اور ایم میٹر 87.5 ایمپیئر ظاہر کرتا ہے۔ جنریٹر کا جزہ طاقت کیا ہوگا؟ (24) ایک وولٹ میٹر کی پیمائشی حد 500 وولٹ ہے اور درستگی کے لحاظ سے درجہ بندی 2.5 ہے۔ مندرجہ ذیل پیمائش کردہ برقی دباؤ کی قیمتوں پر پیمائشی غلطی فیصد میں معلوم کریں: 50 وولٹ، 100 وولٹ، 125 وولٹ، 220 وولٹ، 380 وولٹ اور 440 وولٹ۔ (25) ایک وولٹ میٹر کی اندرونی مزاحمت 10,000 اوم فی وولٹ ہے اور پیمائشی حد 200 وولٹ ہے۔ ایک سیریز مزاحم کی مدد سے اس کی پیمائشی حد 500 وولٹ تک بڑھانی مقصود ہے۔ سیریز مزاحمت بنانے کے لیے 0.02 ملی میٹر قطر کا کانسٹنٹان کا تار دستیاب ہے۔ مزاحم بنانے کے لیے کتنا لمبا تار درکار ہوگا؟ (26) ایک ایم میٹر کی اندرونی مزاحمت 300 اوم ہے اور اس کی پیمائشی حد 3 ملی ایمپیئر ہے۔ ایم میٹر کی پیمائشی حد 6 ایمپیئر تک بڑھانی مقصود ہے۔ شنٹ مزاحم بنانے کے لیے 4 ملی میٹر قطر کا مینگانین کا تار دستیاب ہے۔ مطلوبہ شنٹ مزاحم بنانے کے لیے کتنا لمبا تار درکار ہوگا؟

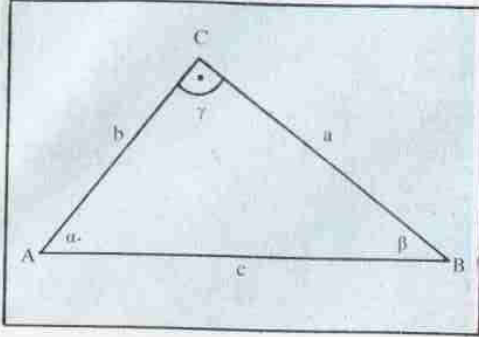
فارمولوں کی فہرست

استعمال	فارمولا	اکائیاں	باب
دائرہ کارقبہ	$A = \frac{\pi \times d^2}{4} = 0.785 \times d^2$	'A' مربع ملی میٹر میں 'd' ملی میٹر میں	243
موصل کی مزاحمت	$R = \frac{\rho \times l}{A} = \frac{l}{\sigma \times A}$	'R' اوم میں، 'l' میٹر میں 'A' مربع میٹر میں۔	243 اور 251
حرارت کی وجہ سے مزاحمت میں تبدیلی	$R_{hs} = R_{cs} + R_{cs} \times \alpha \times \delta T$	'R' اوم میں اور 'T' درجہ سنٹی گریڈ میں	27
کلیہ اوم	$I = \frac{V}{R}$	'I' ایمپیر میں 'V' وولٹ میں اور 'R' اوم میں	23
برقی دباؤ کا ضیاع (عام)	$Vl = I \times R_c$	'V' وولٹ میں 'I' ایمپیر میں اور 'R' اوم میں	262
ڈی سی میں ('R' کی جگہ موصل کی مزاحمت درج کرنے سے)۔	$Vl = \frac{2 \times l \times I}{\sigma \times A}$	'V' وولٹ میں، l میٹر میں، 'I' ایمپیر میں اور 'A' مربع میٹر میں	262
اومی مزاحمتوں کا ہم سلسلہ (سیریز) سرکٹ			281
مجموعی برقی رَو	$I = I_1 = I_2 = \cdots$	'I' ایمپیر میں	
مجموعی برقی دباؤ	$V = V_1 + V_2 + \cdots$	'V' وولٹ میں	
مجموعی مزاحمت	$R = R_1 + R_2 + \cdots$	'R' اوم میں	
نسبت	$\frac{R_1}{R_2} = \frac{V_1}{V_2}$		
اومی مزاحمتوں کا متوازی (پیرلل) سرکٹ			282
مجموعی برقی رَو	$I = I_1 + I_2 + \cdots$	'I' ایمپیر میں	
مجموعی برقی دباؤ	$V = V_1 = V_2 = \cdots$	'V' وولٹ میں	
مجموعی مزاحمت	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$	'R' اوم میں	
دو مزاحمتوں کا پیرلل سرکٹ	$R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$		
'n' مساوی مزاحمتیں	$R = \frac{R_1}{n}$		
مجموعی ایصالیت	$G = G_1 + G_2 + \cdots$	'G' سیمنز میں	
نسبت	$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$		

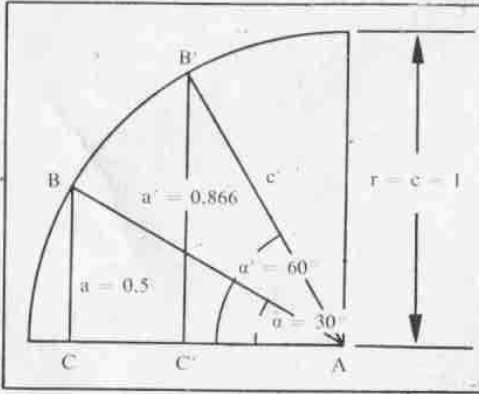
استعمال	فارمولا	اکائیاں	باب
اے سی کی مزاحمتیں			
امالیتی تعاملیت	$X_L=2\pi fL=\omega L$	'X' اوم میں ، 'f' ہرٹز میں	632
گنجائشی تعاملیت	$X_C=\frac{1}{2\pi fC}=\frac{1}{\omega C}$	'L' ہنری میں اور 'C' فیرڈ میں	6334
مقاومت یا امپی ڈینس	$Z=\sqrt{R^2+X_L^2}$	'Z' اوم میں	6351
امالیتوں کو آپس میں جوڑنا			
سیریز سرکٹ	$L=L_1+L_2+\cdots\cdots$	'L' ہنری میں	55
پیرلل سرکٹ	$\frac{1}{L}=\frac{1}{L_1}+\frac{1}{L_2}+\cdots\cdots$		
پیکسٹروں کو آپس میں جوڑنا			
سیریز سرکٹ	$\frac{1}{C}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\cdots\cdots$	'C' فیرڈ میں	6333
پیرلل سرکٹ	$C=C_1+C_2+\cdots\cdots$		
مقناطیسی سرکٹ		'Φ' ویبر میں ، 'B' ٹیسلا میں	
مقناطیسی نفاذ	$\Phi=B\times A$	'A' مربع میٹر میں ، 'I' ایمپیئر میں	51
مقناطیسی میدان کی قوت	$H=\frac{I\times N}{l}$	'N' چکروں کی تعداد	522
میگنیٹو موٹیو فورس	$F=I\times N$	'F' ایمپیئر ٹرنز میں اور 'H' ایمپیئر ٹرنز فی میٹر میں	522
مقناطیسی مزاحمت	$S=\frac{l}{1.256\times10^{-6}\times\mu\times A}$	'l' میٹر میں اور 'A' مربع میٹر میں	524
مقناطیسی سرکٹ کا کلیہ	$\Phi=\frac{F}{S}$		524
مقناطیسی قوتِ کشش	$F=\frac{B^2\times A}{2.5\times10^{-6}}$	'F' نیوٹن میں، 'B' ٹیسلا میں، 'A' مربع میٹر میں	525
امالی برقی دباؤ			
اصلی برقی دباؤ	$E=B\times l\times v$	'E' وولٹ میں، 'B' ٹیسلا میں، 'l' میٹر میں اور 'v' میٹر فی سیکنڈ میں	53
بیرونی سرکٹ میں تقسیم	$E=I(R_i+R_c+R_e)$	'E' وولٹ میں، 'I' ایمپیئر میں، 'R' اوم میں	264
ٹرمینل وولٹیج	$V=E-I\times R_i$	V وولٹ میں	264
فریکوئنسی اور چکر کی تعداد فی منٹ	$n=\frac{60\times f}{p}$	'n' چکروں کی تعداد فی منٹ، 'f' ہرٹز میں اور 'p' قطبوں کے جوڑوں کی تعداد	613
انتہائی اور موثر قیمتیں	$I_{max}=1.414\times I$	'I' ایمپیئر میں	614
	$V_{max}=1.414\times V$	'V' وولٹ میں	
اصل طاقت			
ڈی سی میں	$P=V\times I=I^2\times R=\frac{V^2}{R}$	'P' واٹ میں، 'V' وولٹ میں ،	331
اے سی میں	$P=V\times I\times\cos\varphi$	'I' ایمپیئر میں اور 'R' اوم میں	64
سہ فیز اے سی میں	$P=1.73\times V\times I\times\cos\varphi$		652

استعمال	فارمولا	اکائیاں	باب
ظاہری طاقت			
اے سی میں	$P_a = V \times I$	'P' وولٹ ایمپیئر (وی-اے) میں	64
سہ فیز اے سی میں	$P_a = 1.73 \times V \times I$	'V' وولٹ میں اور 'I' ایمپیئر میں	652
تعاملیتی طاقت			
اے سی میں	$P_r = V \times I \times \sin\varphi$	'P' وولٹ ایمپیئر آر (وی اے آر) میں	64
سہ فیز میں	$P_r = 1.73 \times V \times I \times \sin\varphi$	'V' وولٹ میں اور 'I' ایمپیئر میں	652
میکانی طاقت	$P = \frac{F \times d}{t}$ $P = \frac{F \times d}{746 \times t}$ (hp)	'P' واٹ میں، 'F' نیوٹن میں 'd' میٹر میں اور 't' سیکنڈ میں	333
استعداد	$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$	'P' واٹ یا کلوواٹ میں	332
توانائی	$W = P \times t$	'P' واٹ میں، 'W' واٹ آور میں، 't' گھنٹوں میں	335
کام	$W = F \times d$	'W' جول میں، 'F' نیوٹن میں اور 'd' میٹر میں	333
	$W = P \times t$	'P' جول فی سیکنڈ میں اور 't' سیکنڈ میں	
ٹرانسفارمر			
نسبتِ تحویل	$r = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$	'V' وولٹ میں، 'I' ایمپیئر میں	66
پیدا شدہ وولٹیج	$E = 4.44 \times f \times N \times \Phi_{max}$	'f' ہرٹز میں، 'Φ_{max}' ویبر میں	
حرارت			
مقدارِ حرارت	$Q = m \times \delta T$	'Q' جول میں 'm' کلوگرام میں، 'T' درجہ سنٹی گریڈ میں	34
بجلی کی مدد سے پیدا شدہ حرارت	$Q = 3.6 \times 10^6 \times W$	'Q' جول میں، 'W' کلوواٹ آور میں	34
صرف شدہ توانائی	$W = \frac{c \times m \times \delta T}{\eta \times 3.6 \times 10^6}$	'm' کلوگرام میں	34
برقیمیا			
برقیروں پر اکٹھی ہونے والی دھات کی مقدار	$m = z \times I \times t$	'm' گرام میں، 'I' ایمپیئر میں، 't' گھنٹوں میں	41
سٹوریج بیٹری کی استعداد	$\eta_{Ah} = \frac{Ah_{discharging}}{Ah_{charging}}$	z گرام فی ایمپیئر آور میں	431

مثلثی تفاعل (Trigonometrical function)

قائمۃ الزّاویہ مثلث (The right-angled triangle)

مثلث کے تین اضلاع ہوتے ہیں جن کو 'a'، 'b' اور 'c' سے ظاہر کیا گیا ہے۔ تین زاویے 'α'، 'β' اور 'γ' (الفا، بیٹا اور گیما) ان ضلعوں کے سامنے واقع ہیں۔ زاویوں کے روس (vertices) تکون 'ABC' بناتے ہیں۔

90 درجہ کے زاویہ کو زاویۂ قائمہ کہتے ہیں۔ اگر کسی مثلث کا ایک زاویہ قائمہ ہو تو ایسی مثلث کو قائمۃ الزاویہ مثلث کہتے ہیں۔ سب سے لمبے ضلع کو وتر اور دو چھوٹے اضلاع کو قاعدہ اور عمود کہتے ہیں۔

قائمۃ الزاویہ تکون میں بقیہ دونوں زاویے ضلعوں کی لمبائی پر منحصر ہوتے ہیں۔

جیبی نسبت یا سائن فنکشن (The sine function)

اکائی دائرہ کے سائن کی قیمت

سامنے دی ہوئی شکل سے ظاہر ہے کہ زاویہ 'α' میں اضافہ کے ساتھ ضلع 'a' کی لمبائی بھی بڑھتی ہے۔ اگر 'a' کی لمبائی یکساں رکھی جائے تو ضلع 'c' کی لمبائی بڑھانے سے زاویہ 'α' کم ہو جاتا ہے۔ زاویہ 'α' اضلاع 'a' اور 'c' کی لمبائی پر منحصر ہوتا ہے۔ ایک مقدار کا دوسری مقدار پر انحصار تفاعل یا فنکشن (function) کہلاتا ہے۔

کسی قائمۃ الزاویہ تکون میں سائن فنکشن عمود اور وتر کی نسبت کو ظاہر کرتا ہے۔

الفاظ میں سائن 'α' = عمود / وتر = 'a' / 'c'

یا

$$\sin\alpha = \frac{a}{c}$$

اوپر دی گئی شکل سے ضلع 'a' کی لمبائی براہِ راست ناپی جا سکتی ہے۔

سائن 'α'	a	α
$0=\frac{0}{1}$	0	0°
$0.5=\frac{0.5}{1}$	0.5	30°
$0.866=\frac{0.866}{1}$	0.866	60°
$1=\frac{1}{1}$	1	90°

سائن صرف ایک عددی قیمت ہے جس کی قیمت صفر اور 1 کے درمیان ہوتی ہے اور ہر قیمت کے ساتھ ایک خاص زاویہ منسوب ہوتا ہے سامنے دیے ہوئے جدول سے ظاہر ہے کہ سائن کی 0 سے 1 تک تبدیلی زاویہ 'α' کی 0 سے 90 درجہ تک تبدیلی کے مترادف ہوتی ہے۔ 0 درجہ سے 30 درجہ تک سائن میں 30° سے 90° کی نسبت زیادہ تیزی سے تبدیلی واقع ہوتی ہے سائن میں اضافہ زاویہ میں اضافہ کے متناسب نہیں ہوتا ہے۔ اس طرح سائن 60° کسی صورت میں بھی سائن 30° سے دگنا نہیں ہوتا۔ ہر زاویہ سے متعلقہ سائن کی قیمتیں صفحہ 242 پر دی گئی ہیں۔

نسبت جَیب مستوی یا کوسائن فنکشن (The cosine function)

اکائی دائرہ کے کوسائن کی قیمت

سامنے دی گئی شکل سے ظاہر ہے کہ زاویہ 'α' بڑھانے سے ضلع 'a' کی لمبائی کم ہوتی جاتی ہے۔اس طرح زاویہ 'α' ضلع 'b' اور 'c' کی نسبت سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

یہ نسبت زاویہ کا "کوسائن" یا زاویہ کی نسبت جَیب مستوی کہلاتی ہے۔

کوسائن فنکشن قائمۃ الزاویہ تکون کے قاعدہ اور وتر کی نسبت کو ظاہر کرتا ہے۔

اوپر والی شکل سے ضلع 'b' کی لمبائی براہِ راست ناپی جاسکتی ہے۔

الفاظ میں

$$\text{کوسائن 'α'} = \frac{\text{ضلع 'b'}}{\text{ضلع 'c'}}$$

یا

$$\cos\alpha = \frac{b}{c}$$

کوسائن بھی صرف ایک عددی مقدار ہوتی ہے جس کی قیمت صفحہ 242 پر دیے گئے جدول سے پڑھی جاسکتی ہے۔

کوسائن 'α'	b	α
$1 = \frac{1}{1}$	1	0°
$0.866 = \frac{0.866}{1}$	0.866	30°
$0.5 = \frac{0.5}{1}$	0.5	60°
$0 = \frac{1}{0}$	0	90°

یہ امر قابل غور ہے کہ کوسائن کی قیمتیں سائن کی قیمتوں کا اُلٹ ہوتی ہیں۔جب زاویہ 'α' کی قیمت میں اضافہ ہوتا ہے تو کوسائن کی قیمت 1 سے 0 کی طرف کم ہوتی جاتی ہے۔ 0° سے 60° تک کوسائن کی قیمت اتنی تیزی سے کم نہیں ہوتی جتنی تیزی سے یہ 60 سے 90 درجہ تک کم ہوتی ہے۔کوسائن کی قیمت میں کمی زاویہ میں اضافہ کے متناسب نہیں ہوتی ہے۔اس طرح کوسائن 60° کسی صورت بھی کوسائن 30° سے دُگنی نہیں ہوتی۔

مسئلہ فیثا غورث (Theorem of Pythagoras)

1 - مسئلہ تھیل (Thale) قائمۃ الزاویہ مثلث بنانے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ہر مثلث جس کا راس نصف دائرہ کے محیط پر واقع ہو وہ نصف دائرہ کے قطر پر قائمۃ الزاویہ مثلث ہوگی۔

2 - اگر ایک ایسی قائمۃ الزاویہ تکون بنائی جائے جس کا ضلع 'a' 3 سنٹی میٹر، ضلع 'b' 4 سنٹی میٹر اور ضلع 'c' 5 سنٹی میٹر ہو اور ان اضلاع پر متعلقہ مربعے بنائے جائیں جیسا کہ سامنے کی شکل میں دکھایا گیا ہے تو معلوم ہوگا کہ $a^2 = 9$ مربع سنٹی میٹر، $b^2 = 16$ مربع سنٹی میٹر اور $c^2 = 25$ مربع سنٹی میٹر۔اگر 'a' اور 'b' کے مربعوں کو جمع کیا جائے تو حاصل جمع 'c' کے مربع کے برابر ہوتا ہے یعنی 9+16=25۔اس سے ظاہر ہے کہ:

قائمۃ الزاویہ تکون میں قاعدہ اور عمود کے مربعوں کی حاصلِ جمع وتر کے مربع کے برابر ہوتی ہے۔

$$a^2 + b^2 = c^2$$

کوسائن ۔ سائن کا جدول

cosine	.0	.5	1.0	sine
0	1,0000	1,0000	0,9998	89
1	0,9998	0,9997	9994	88
2	9994	9990	9986	87
3	9986	9981	9976	86
4	9976	9969	9962	85
5	9962	9954	9945	84
6	9945	9936	9925	83
7	9925	9914	9903	82
8	9903	9890	9877	81
9	9877	9863	9848	80
10	9848	9833	9816	79
11	9816	9799	9781	78
12	9781	9763	9744	77
13	9744	9724	9703	76
14	9703	9681	9659	75
15	9659	9636	9613	74
16	9613	9588	9563	73
17	9563	9537	9511	72
18	9511	9483	9455	71
19	9455	9426	9397	70
20	9397	9367	9336	69
21	9336	9304	9272	68
22	9272	9239	9205	67
23	9205	9131	9135	66
24	9135	9100	9063	65
25	9063	9026	8988	64
26	8988	8949	8910	63
27	8910	8870	8829	62
28	8829	8788	8746	61
29	8746	8704	8660	60
30	8660	8616	8572	59
31	8572	8526	8480	58
32	8480	8434	8387	57
33	8387	8339	8290	56
34	8290	8241	8192	55
35	8192	8141	8090	54
36	8090	8039	7986	53
37	7986	7934	7880	52
38	7880	7826	7771	51
39	7771	7716	7660	50
40	7660	7604	7547	49
41	7547	7490	7431	48
42	7431	7373	7314	47
43	7314	7254	7193	46
44	7193	7133	7071	45
cosine	1.0	.5	.0	sine

cosine	.0	.5	1.0	sine
45	0,7071	0,7009	0,6947	44
46	6947	6884	6820	43
47	6820	6756	6691	42
48	6691	6626	6561	41
49	6561	6494	6428	40
50	6428	6361	6293	39
51	6293	6225	6157	38
52	6157	6088	6018	37
53	6018	5948	5878	36
54	5878	5807	5736	35
55	5736	5664	5592	34
56	5592	5519	5446	33
57	5446	5373	5299	32
58	5299	5225	5150	31
59	5150	5075	5000	30
60	5000	4924	4848	29
61	4848	4772	4695	28
62	4695	4617	4540	27
63	4540	4462	4384	26
64	4384	4305	4226	25
65	4226	4147	4067	24
66	4067	3987	3907	23
67	3907	3827	3746	22
68	3746	3665	3584	21
69	3584	3502	3420	20
70	3420	3338	3256	19
71	3256	3173	3090	18
72	3090	3007	2924	17
73	2924	2840	2756	16
74	2756	2672	2588	15
75	2588	2504	2419	14
76	2419	2334	2250	13
77	2250	2164	2079	12
78	2079	1994	1908	11
79	1908	1822	1736	10
80	1736	1650	1564	9
81	1564	1478	1392	8
82	1392	1305	1219	7
83	1219	1132	1045	6
84	1045	0958	0872	5
85	0872	0785	0698	4
86	0698	0611	0523	3
87	0523	0436	0349	2
88	0349	0262	0175	1
89	0175	0087	0000	0
cosine	1.0	.5	.0	sine

کوسائن کی قیمتیں بائیں کالم میں اوپر سے نیچے کی طرف پڑھیں۔ سائن کی قیمتیں دائیں کالم میں نیچے سے اوپر کی طرف پڑھیں

مثالیں :

1 - کوسائن 'φ' کی قیمت 0.096 ہے۔ زاویہ فیز 'φ' کیا ہوگا؟

جدول میں مذکورہ بالا قیمت سے قریب ترین قیمت تلاش کریں، یہ 0.0958 ہے۔ اس قیمت سے بائیں طرف زاویوں کے کالم میں اس قیمت کے سامنے زاویہ 84° کا ہے۔ 0.0958 درمیانی کالم میں ہے جس کے اوپر 0.5° لکھا ہوا ہے۔ اس طرح زاویہ کی مجموعی قیمت 84.5°=0.5+84

84.5°= φ

عملی طور پر $\frac{1}{2}$ درجہ تک کی قیمتیں کافی ہوتی ہیں لیکن اگر پھر بھی بہت زیادہ درست قیمت معلوم کرنی ہو تو مندرجہ ذیل طریقہ استعمال کیا جاتا ہے :

2 - کوسائن 'φ'=0.758، 'φ' اور سائن 'φ' کی قیمت معلوم کریں۔

کوسائن کے کالم میں قریب ترین قیمت : 0.7604=40.5°
اور 0.7547=41°
فرق 0.0057=5/10°
لہٰذا 0.0011=1/10°
معلوم قیمت 0.7580=
اس سے کم قیمت 0.7547=
فرق 0.0033=
لیکن 0.0033=3/10°
اب 'φ' 40.7°=41°-3/10°
اس طرح 40.7°='φ'
چونکہ 40.7°='φ'
سائن کے کالم میں چونکہ قریب ترین قیمت : سائن 0.6561=41°
اور سائن 0.6494=40.5°
فرق 0.0067=5/10°
اس لیے 0.0013=1/10°
اب 40.7°=40.5°+2/10° اور سائن 0.6494=40.5°
0.0026=2/10°
سائن 0.6520= 40.7°
جواب سائن 0.6520=40.7°

3 - اگر سائن 'φ' کی قیمت 0.8212 ہو تو 'φ' کی قیمت معلوم کریں۔

سائن کے کالم میں قریب ترین قیمت : 0.8241=55.5°
اور 0.8192= 55°
فرق 0.0049=5/10°
لہٰذا 0.0010=1/10°
معلوم قیمت 0.8212=
اس سے کم قیمت 0.8192=
فرق 0.0020=
لیکن $0.0020=\frac{2^\circ}{10}$

$55.2^\circ=\frac{2^\circ}{10}+55^\circ$

پس 55.2°='φ'

متعلقہ زاویہ کے کوسائن کی قیمت معلوم کریں۔
کوسائن کے کالم میں قریب ترین قیمت : کوسائن 0.5736=55°
اور کوسائن 0.5664=55.5°
فرق 0.0072=5/10°
لہٰذا 0.0014=1/10°
کوسائن 0.5736=55°
منفی کوسائن $0.0028=\frac{2^\circ}{10}$
کوسائن 0.5708=55.2°

چونکہ زاویہ بڑھنے سے کوسائن کی قیمت کم ہو جاتی ہے اس لیے کوسائن 2/10° کی قیمت 55° سے تفریق کرنی پڑے گی۔

فارمولوں میں استعمال شدہ علامات کی فہرست

A	رقبہ	(241)
A	سطح کا رقبہ	(311)
α	مزاحمت کی شرحِ تپش	(27)
B	کثافتِ نفاذ	(51)
C	برقی گنجائش	(6333)
C	بیٹری کی گنجائش	(43)
c	حرارتِ مخصوصہ	(34)
d , s	فاصلہ	(333)
d	قطر	(243)
δ	. . . میں تبدیلی	(27)
E	اصل برقی دباؤ	(264)
ε	بین برقی مستقل	(6333)
eff	مؤثر قیمتیں	(614)
η	استعداد	(332)
F	میگنیٹوموٹیوفورس	(522)
F	قوّت	(333)
f	فریکوینسی	(612)
G	ایصالیت	(252)
H	قوّتِ مقناؤ	(522)
I	برقی رَو	(23)
J	برقی رَو کی کثافت	(311)
L	امالیت، خود امالہ	(55)
l	لمبائی	(241)
μ	مقناطیسی ایصالیت یا نفوذ پذیری	(523)
m	کمیت	(34)
max	انتہائی قیمت	(614)
N	کوائل کے چکروں کی تعداد	(522)
r	نسبتِ تحویل	(66)
Φ	مقناطیسی فلکس یا مقناطیسی نفاذ	(51)
φ	زاویہ تفاوتِ فیز	6322
P	طاقت	(331)
p	قطبوں کے جوڑوں کی تعداد	(613)
π	عدد 3.14	(242)
Q	بجلی کی مقدار (برقی بار)	(6333)
Q	مقدارِ حرارت	(34)
R	مزاحمت	(23)
ρ	مزاحمتِ نوعی	(241)
σ	ایصالیتِ نوعی	(251)
t	وقت	(333)
T	درجۂ حرارت	(34)
ω	زاویائی فریکوینسی	(632)
v	رفتار	(53)
V	برقی دباؤ	(23)
X	تعاملیت	(632)
Z	مقاومت	(632)
z	برقیمیائی معاول	(41)

یونانی حروف

چھوٹے حروف	بڑے حروف	تلفظ	چھوٹے حروف	بڑے حروف	تلفظ	چھوٹے حروف	بڑے حروف	تلفظ
α	A	الفا	ι	I	آیوٹا	ρ	P	رو
β	B	بیٹا	κ	K	کاپّا	σ	Σ	سگما
γ	Γ	گیما	λ	Λ	لیمڈا	τ	T	ٹاؤ
δ	Δ	ڈیلٹا	μ	M	میو	υ	Υ	یپسیلون
ε	E	اپسیلون	ν	N	نیو	φ	Φ	فائی
ζ	Z	زیٹا	ξ	Ξ	سائی	χ	X	خائی
η	H	ایٹا	ο	O	اومیکرون	ψ	Ψ	پسائی
θ	Θ	تھیٹا	π	Π	پائی	ω	Ω	اومیگا

گول تاروں کی عمودی تراش کا رقبہ ۔ مزاحمت اور وزن

d (mm)	A (mm²)	Ω / km		kg / km	
		Cu	Al	Cu	Al
0,1	0,0079	2287	3640	0,0699	0,0214
0,2	0,0314	570	910	0.28	0,085
0,3	0,0707	252	404	0,629	0,189
0,4	0,126	143	226	1,12	0,34
0,5	0,196	91	145	1,74	0,529
0,6	0,283	63	101	2.58	0.764
0,7	0,385	46,4	74,3	3,42	1.08
0,8	0,5	35,8	57,1	4,45	1,35
0,9	0,636	23,7	44,9	5.66	1,72
0,98	0,75	23,8	38,0	6,62	2,02
1,0	0,785	22,7	36,4	6,98	2,12
1,1	0,95	18,8	30,1	8,46	2,56
1,13	1,0	17,8	28,6	8,9	2,7
1,2	1,131	15,7	25,2	10,8	3,28
1,3	1.327	13,5	21,6	11,8	3,6
1,38	1,5	11,9	19,0	13,3	4,05
1,4	1,54	11,6	18,8	13,7	4,16
1,5	1,767	10,1	16,1	15,7	4,77
1,6	2,01	8,87	14,2	17,9	5,42
1,7	2,27	7,86	12,6	20,2	6.13
1,78	2,5	7,15	11,4	22,2	6,75
1,8	2,55	7,02	11,2	22,7	6,82
1,9	2,84	6,3	10,1	25,2	7,65
2,0	3.14	5,7	9,1	27,9	8,49
2,11	3,5	5,1	8,15	31,1	9,45
2,26	4,0	4,47	7.15	35,6	10,8
2,5	4.91	3,63	5,83	43,7	13,2
2,76	6,0	2,98	4,76	53,4	16,4
3,0	7.07	2,52	4,05	62,9	19,1
3,5	9,62	1,78	2,97	85,6	26,0
3.56	10,0	1,78	2,86	89,0	27,0
4,0	12,57	1,42	2,27	111,8	33,8
4.52	16,0	1,13	1,78	142,3	43,2
5,0	19.6	0,91	1.45	174,8	53,0
5,64	25,0	0,71	1.14	222,2	67,5
6,67	35,0	0,51	0,81	351,6	94,5
8,0	50,0	0,36	0,57	445.0	135
9,45	70,0	0,255	0,41	623	189
11.0	95,0	0,188	0,31	845	256,4
12,4	120	0,149	0,238	1068	324
13,8	150	0,119	0.19	1334	405
15,35	185	0,0965	0,154	1645	499
17,5	240	0,074	0,119	2136	648
19,55	300	0,059	0,095	2669	810
22,6	400	0,046	0,071	3558	1080
25,2	500	0,0358	0,057	4445	1350
31,9	800	0,0223	0,0357	7120	2160
35,7	1000	0.0178	0,0286	8900	2700

طاقت اور جذر (Power and root)

1 - طاقت

اگر ایک عدد کو اسی عدد سے ضرب دی جائے تو اس کو طاقت کے ذریعہ آسانی سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

مثال : $3^5 = 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3$

3 بنیادی ہندسہ ہے

5 قوت نما ہے

3^5 '3' کی طاقت '5'

قوت نما یہ ظاہر کرتا ہے کہ بنیادی ہندسہ کو خود سے کتنی بار ضرب دی گئی ہے۔ 3^5 کو 3 کی طاقت 5 پڑھتے ہیں اور اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ 3 کو 3 سے پانچ بار ضرب دی گئی ہے۔

$$2^6 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 64$$

$$5^3 = 5 \times 5 \times 5 = 125$$

$$7^4 = 7 \times 7 \times 7 \times 7 = 2401$$

$$0.2^6 = 0.2 \times 0.2 \times 0.2 \times 0.2 \times 0.2 \times 0.2 = 0.000,064$$

$$0.5^3 = 0.5 \times 0.5 \times 0.5 = 0.125$$

$$0.7^4 = 0.7 \times 0.7 \times 0.7 \times 0.7 = 0.2401$$

اوپر کی مثالوں سے ظاہر ہے کہ اگر ایسے ہندسے کی طاقت اٹھائی جائے جو ایک سے زیادہ ہو تو حاصل شدہ جواب بنیادی ہندسہ سے بڑا ہوتا ہے۔

اگر بنیادی ہندسہ 1 سے کم ہو تو حاصل شدہ جواب بنیادی ہندسہ سے کم ہوتا ہے۔

2 - 10 کی طاقت

عملی طور پر 10 کی طاقت بہت استعمال ہوتی ہے۔ اس کی مدد سے مشکل رقمیں آسانی سے ظاہر کی جاسکتی ہیں۔

$$100 = 10 \times 10 = 10^2$$

$$1,000 = 10 \times 10 \times 10 = 10^3$$

$$10,000 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10^4$$

مذکورہ بالا مثالوں سے ظاہر ہوتا ہے کہ 10 کی طاقت یہ ظاہر کرتی ہے کہ طاقت کی قیمت حاصل کرنے کے لیے 1 کے بعد کتنے صفروں کا اضافہ کرنا چاہیے۔ 10 کی طاقتوں کی مدد سے بڑی بڑی رقموں کو آسانی سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

مثال : 2 مائیکروفیرڈ = 2,000,000 پیکوفیرڈ = $2 \times 1,000,000$ پیکوفیرڈ = 2×10^6 پیکوفیرڈ

0.3 فیرڈ = $3 \times 100,000,000,000$ پیکوفیرڈ = 3×10^{11} پیکوفیرڈ

اگر بنیادی ہندسہ کسر اعشاریہ میں ہو تو یہ بھی 10 کی طاقت کے طور پر ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

$$0.1 = \frac{1}{10} = 10^{-1}$$

$$0.01 = \frac{1}{100} = 10^{-2}$$

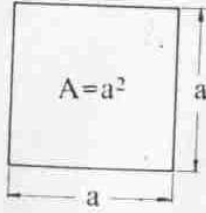
$$0.001 = \frac{1}{1000} = 10^{-3}$$

اوپر والی مثالوں سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ منفی طاقت نما یہ ظاہر کرتا ہے کہ اعشاریہ کے بعد ایک کو ملا کر ایک سے پہلے کتنے صفر آئیں گے۔ بہت کم قیمت کی رقمیں منفی قوت نما کی مدد سے بہت آسانی سے ظاہر کی جاسکتی ہیں۔

مثال : 5000 پیکوفیرڈ = 0.005 مائیکروفیرڈ = 5×0.001 مائیکروفیرڈ = 5×10^{-3} مائیکروفیرڈ

20 پیکوفیرڈ = 0.000,000,000,02 فیرڈ = $2 \times 0.000,000,000,01$ فیرڈ = 2×10^{-11} فیرڈ

3۔ 2 کی طاقت یا دو درجی طاقت :

A=a²　　a　　a

سامنے دی گئی شکل سے ظاہر ہے کہ مربع (square) کے چاروں اضلاع برابر ہوتے ہیں۔
مربع کا رقبہ 'A' :

$$A=a\times a=a^2$$

چونکہ طاقت نما '2' ہمیشہ مربع کا رقبہ تصور کیا جاتا ہے اس لیے اسے دو درجی طاقت کہتے ہیں اور اسے مندرجہ ذیل طریقہ سے ظاہر کیا جاتا ہے :

a^2 کو 'a' کا مربع　یا 'a' سکوئر (square) کہتے ہیں۔

مثال :　$9^2=81$　　$13^2=169$

4۔ **جذر** ۔ اگر ایک عدد کو 2 درجی طاقت کا حاصل تصور کیا جائے تو اس کا بنیادی ہندسہ معلوم کیا جاسکتا ہے۔ بنیادی ہندسہ معلوم کرنے کے عمل کو جذر (root) کہتے ہیں۔

مثال : $\sqrt{81}$ کو 81 کا جذر پڑھا جاتا ہے۔
اگر جذر کی علامت کے ساتھ کوئی ہندسہ درج نہ کیا گیا ہو تو اس کا مطلب دو درجی جذر ہوتا ہے یعنی دو درجی طاقت کا بنیادی ہندسہ معلوم کرنا مقصود ہوتا ہے۔

$\sqrt{81}=9$ کیونکہ $81=9^2$　اور　$\sqrt{169}=13$ کیونکہ $13^2=169$

ایسے اعداد جن کا براہِ راست مربع نہ ہو، اُن کا جذر نکالنا مشکل ہوتا ہے مثلاً 78,364.297
ایسے اعداد کی جذر نکالنے کے لیے مندرجہ ذیل طریقہ اختیار کیا جاتا ہے :

(ا) اعشاریہ کے دونوں طرف کے اعداد کو دو دو کے گروپوں میں تقسیم کریں۔ آخر میں اگر جوڑا نہ بن سکے تو صفر لگا کر جوڑا مکمل کریں۔
(ب) گروپ 1 کا بنیادی ہندسہ معلوم کریں۔ اسے نتیجہ کے طور پر درج کریں اور گروپ 1 کے نیچے اس کا مربع لکھ کر تفریق کریں۔
(ج) دوسرے گروپ کو نیچے لاکر حاصل تفریق کے ساتھ لکھیں۔ گروپ 1 کے نتیجہ کو دگنا کر کے اسے تقسیم کی علامت کے بعد لکھیں مقسوم کا آخری ہندسہ شمار نہ کریں (نقطہ کی مدد سے ظاہر کریں) اندازاً معلوم کریں کہ مقسوم علیہ مقسوم پر کتنے سے تقسیم ہوگا۔ اس عدد کو نتیجہ میں اور مقسوم علیہ کے ساتھ لکھیں پورے مقسوم علیہ کو اس عدد سے ضرب دیں اور حاصل ضرب کو مقسوم کے نیچے درج کریں۔

```
√7|83|64.29|70|00 = 2  7  9.  9  3  6
2 · 2 = 4  (2 · 2 = 4)
38.3   :   47 · 7 = 329
32 9
(2 · 27 = 54)
546.4   :   549 · 9 = 4941
494 1
(2 · 279 = 558)
5232.9   :   5589 · 9 = 50301
5030 1
(2 · 2799 = 5598)
20287.0   :   55983 · 3 = 167949
16794 9
(2 · 27993 = 55986)
349210.0   :   559866 · 6 = 3359196
335919 6
13290 4
```

مثال :

```
√0.00|03|78 = 0.0  1  9  4
0
00
00
03 : 1 · 1 = 1
01
278 : 29 · 9 = 261
261
1700   384 · 4 = 1534
1536
164
```

(د) تفریق کر کے اگلے گروپ کو نیچے لائیں اور 'ج' میں دیے گئے طریقے سے آگے بڑھیں۔

برقی علامات کا گوشوارہ

نام	علامت	نام	علامت
عام علامات		**حفاظتی فیوز اور سوئچ**	
ڈی سی		عام حفاظتی فیوز	
اے سی		مائیکرو فیوز	
ڈی سی و اے سی		انفصالی فیوز	
50 ہرٹز کی سنگل فیز اے سی	1 ~ 50 Hz	سوئچ	
50 ہرٹز کی سہ فیز اے سی	3 ~ 50 Hz	منفصل	
سہ فیز برقی رو بمعہ نیوٹرل	3/N ~ 50 Hz	پُش بٹن	
ڈیلٹا کنکشن		**مزاحمت**	
سٹار کنکشن		اومی مزاحمت	
قابل رسائی سٹار پوائنٹ		مراحل میں تغیر پذیر مزاحمت	
سہ فیز برقی رو کا ٹیڑھا میڑھا کنکشن		تغیر پذیر مزاحمت (پوٹینشومیٹر)	
سہ فیز برقی رو میں سٹار۔ ڈیلٹا کنکشن کی ترتیب		'آف' حالت والی سٹارٹنگ اور ریگولیٹنگ مزاحمت	
ارتھ		شنٹ سٹارٹر بمعہ 'M' ٹرمینل	
موصل		سلپ رنگ موٹر کا سٹارٹر	
موصل		امالیتی تعاملیت	
تعدیلیت۔ ارتھ اور حفاظتی نظام کے تسلے حفاظتی موصل		آئرن کور والی امالیتی تعاملیت	
غیر منفصل تماس		گنجائشی تعاملیت (کپیسیٹر)	
منفصل تماس (تماسی ٹرمینل)		تغیر پذیر کپیسیٹر (گردشی کپیسیٹر)	
موصل کا غیر منفصل تماس		لیمپ	
موصل کا منفصل تماس		تابشی لیمپ	

تصویری علامت	مکمل برقی علامت	نام
	بجلی کی مشینیں	
M	M	ڈی سی سیریز موٹر بمعہ اضافی پول
M	M	ڈی سی شنٹ موٹر بمعہ اضافی پول
M	M	ڈی سی کمپاؤنڈ موٹر بمعہ اضافی پول
ڈی سی جنریٹر کو بھی بالکل متعلقہ ڈی سی موٹر کی طرح ظاہر کیا جاتا ہے۔ صرف آرمیچر کے دائرہ میں 'M' کی بجائے 'G' لکھا جاتا ہے۔		
G 1~	G 1~	سنگل فیز اے سی جنریٹر
M 1~	M 1~	سنگل فیز سیریز موٹر
M 1~	M 1~	سکوئرل کیج اور اضافی فیز والی سنگل فیز اینسکرونس موٹر
G 3~	G	ڈیلٹا کنیکشن میں سہ فیز جنریٹر
M 3~	M 3~	سہ فیز سکوئرل کیج موٹر
M 3~	M 3~	سہ فیز سلپ رنگ موٹر
	چوکنگ کوائل اور ٹرانسفارمر	
		چوکنگ کوائل
500 V 10 kVA 50 Hz 220 V	500 V 10 kVA 50 Hz 220 V	سنگل فیز ٹرانسفارمر 10 کے وی اے 500/220 وولٹ
		کرنٹ ٹرانسفارمر
		وولٹیج ٹرانسفارمر
6000 V 1000 kVA 50 Hz Yd5 400 V	6000 V 1000 kVA 50 Hz Yd5 400 V	سہ فیز ٹرانسفارمر قابل رسائی پوائنٹ

علامت	نام
پیمائشی آلات	
V	وولٹ میٹر
V	برقی دباؤ کا پیمائشی نظام
A	ایم میٹر
A	برقی رَو کا پیمائشی نظام
W	واٹ میٹر
W	کرنٹ کوائل اور وولٹیج کوائل کا پیمائشی نظام
Per/s	فریکوینسی میٹر
Per/s	پیمائشی آلہ وولٹیج کے لیے
برقی دباؤ کے مبداء	
24 V − +	سیل، سٹوریج بیٹری (یہاں پر برقی دباؤ 24 وولٹ ہے)
− n +	'n' سیل والی بیٹری
− +	مرحلوں میں تغیر پذیر برقی دباؤ والی بیٹری
n_1 n_2	یکساں برقی دباؤ کی بیٹری
+ −	تھرموکپل
	فوٹو سیل
جنریٹر کی علامات	۔ بجلی کی مشینوں کی علامات میں دیکھیں۔

اہم دھاتوں اور ادھاتوں کے خواص

نام	کثافت گرام فی مکعب سم	*مزاحمتِ نوعی اوم مربع ملی میٹر فی میٹر	**ایصالیتِ نوعی میٹر فی اوم مربع ملی میٹر	حراری شرح مزاحمت اوم فی درجہ سینٹی گریڈ	طولی پھیلاؤ کی شرح فی درجہ سینٹی گریڈ
باب		241	251	27	
ایلومینیم	2,7	0,0286	35	0,0038	0,0000238
سیسہ	11,3	0,21	4,75	0,004	0,000028
کرومیم	7,1	0,0263	36	—	0,0000085
دیگی لوہا	7,25	0,1	10,0	0,005	0,0000105
سونا	19,3	0,023	43,5	0,004	0,0000142
کانسٹنٹان	8,8	0,5	2,0	0,000015	0,0000152
تانبا	8,9	0,01785	56	0,0039	0,0000165
میگنانین	8,4	0,43	2,32	0,00001	0,0000175
میگنیشیم	1,74	0.0465	21,5	—	0,0000025
پیتل	8,5	0,07	14,3	0,002	0,0000184
جرمن سلور	8,5	0,4	2,5	0,0003	0,0000184
نکل	8,9	0,4	2,5	0,005	0,000013
نکلائن	8,7	0,3	3,3	0,0002	0,000018
پلاٹینم	21,45	0,11	9,1	0,003	0,0000089
پارہ	13,55	0,96	1.04	0,0009	0,000061
چاندی	10,5	0,0165	60,6	0,0036	0,0000195
سٹیل	7,85	0,17	5,9	0,006	0,0000115
ٹنٹالم	16,6	0,16	6,25	0,003	0,0000066
بسمتھ	9,8	1,2	0,83	0,004	0,0000135
ٹنگسٹن	19,3	0,055	18,3	0,004	0,0000045
زنک	7,1	0,064	15,6	0,0037	0,0000165
قلعی	7,28	0,12	8,3	0,0044	0,0000267
کاربن	2,0	100,0	0,01	— 0,0005	0,000006

کیفیت

* مزاحمت نوعی اوم میٹر میں تحویل کرنے کے لیے جدول میں دی گئی قیمت کو 10^{-6} سے ضرب دیں۔

** ایصالیتِ نوعی سیمنز فی میٹر میں تحویل کرنے کے لیے جدول میں دی گئی قیمت کو 10^{6} سے ضرب دیں۔

اشاریہ موضوعات

مختلف توضیحات کے مصنفین اور صنعت کاروں کی فہرست

نوئی برگر، میونخ
صفحہ 183

اُوسرام، برلن
صفحہ 99

پرٹرکس، فرینکفرٹ۔مائن
صفحہ 99

ڈیترش گیبن کے مطابق تجرباتی تصاویر
فیبووے۔ اے جی گوٹنگین
والزہانا ؤ ــــــ کولک، ڈارشٹٹ
صفحات 48, 47, 44, 42, 32, 29, 14
83, 73, 63, 60, 55, 53, 49
110, 102, 96, 91, 89, 86
115, 114, 113, 112, 111
124, 120, 119, 118, 117
138, 137, 134, 133, 130
152, 146, 144, 141, 140
175, 174, 171, 170, 159
194, 191, 187, 186, 183
211, 208, 205, 203, 196
231, 222, 216, 214

منسلک ڈرائینگ
ڈیترش، گیبن
سیمنز۔شوکرٹ ورک اے جی،
اِیرلانگن
صفحات 19, 68

ٹیلی فنکن، برلن
صفحہ 11

والزہاناؤ
صفحات 57, 58

اے ای جی برلن
فرینکفرٹ۔مائن
صفحات 11, 206

اے الیف اے۔ فرینکفرٹ۔مائن
صفحات 106, 105, 104

بوش شٹٹ گارٹ
صفحہ 183

ڈیترش گیبن
صفحات 20, 19, 18, 17, 16, 15, 12
61, 54, 48, 43, 26, 25, 23
98, 90, 77, 72, 65, 62
126, 125, 120, 117, 114
145, 136, 131, 129, 127
154, 153, 149, 148, 147
161, 160, 158, 157, 156
173, 169, 168, 167, 165
181, 178, 177, 176, 175
198, 197, 194, 191, 189
234, 223, 209, 202, 201
241, 240

ہارٹ من اینڈ براؤن
فرینکفرٹ مائن
صفحات 220, 219, 218, 217, 216
232, 227, 225

ہاُل من / کولک، ڈارشٹٹ
اے ای جی بغرینکفرٹ مائن
صفحات 11, 10, 9,

ڈی ای اے سی فرینکفرٹ۔مائن
صفحہ 109